



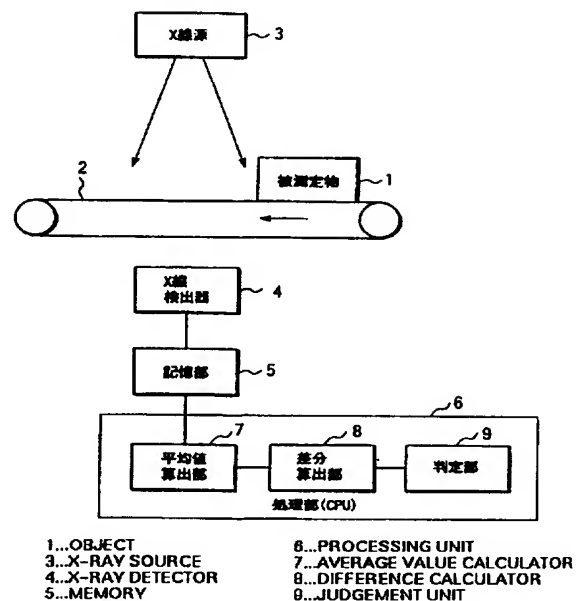
(51) 国際特許分類6 G01V 5/00, G01N 23/04, G06T 1/00	A1	(11) 国際公開番号 WO98/11456 (43) 国際公開日 1998年3月19日(19.03.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03778 (22) 国際出願日 1996年12月25日(25.12.96) (30) 優先権データ 特願平8/265254 1996年9月12日(12.09.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) アンリツ株式会社(ANRITSU CORPORATION)[JP/JP] 〒106 東京都港区南麻布5丁目10番27号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 高橋良文(TAKAHASHI, Yoshifumi)[JP/JP] 〒259-11 神奈川県伊勢原市石田1483-3 パークハイツ愛甲石田706号 Kanagawa, (JP) 塩入 健(SHIOIRI, Ken)[JP/JP] 〒243-02 神奈川県厚木市三田1209-1 メゾン1209 203号室 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 鈴江武彦, 外(SUZUYE, Takchiko et al.) 〒100 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮内外國特許事務所 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (BE, DE, FR, GB). 添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: APPARATUS FOR DETECTING FOREIGN MATTER WITH HIGH SELECTIVITY AND HIGH SENSITIVITY BY IMAGE PROCESSING

(54)発明の名称 選択性の高い画像処理による高感度な異物検出装置

(57) Abstract

A transfer unit (2) moves an object (1) in a predetermined transfer direction. An x-ray source (3) is for applying x-rays to the object (1) being moved by the transfer unit (2). An x-ray detector (4) detects x-rays transmitted through the object and provided with an x-ray detecting element which is directed perpendicularly to the predetermined object transfer direction, and which has a predetermined width. A memory (5) stores the two-dimensional distribution of x-ray intensity for every picture element detected by the x-ray detector, as a transmission image. An average value calculator (7) calculates an average region value of a local region which has more than 7 x 7 picture elements including the object elements, more than 9 x 9 picture elements including the object elements, or more than 11 x 11 picture elements including the object elements, and has picture elements equal to the product of the number of picture elements corresponding to 1/2 of the predetermined detector width by the number of picture elements corresponding to 1/2 of the predetermined detector width, by performing product-sum operation by means of a predetermined coefficient matrix, for every picture element of the transmission image stored in the memory. A difference calculator (8) calculates the difference between the x-ray intensity value with respect to the object picture elements in the transmission image stored in the memory and the average region value with respect to the object picture elements calculated by the average value calculator. A judgement unit (9) compares the difference calculated by the difference calculator with a preset reference judgement value and judges whether foreign matter is present in the object or not.



(57) 要約

本発明は異物に対する選択性が高く高感度な異物検出装置を提供する。搬送部(2)は被測定物(1)を所定の搬送方向に搬送する。X線源(3)は前記搬送部によって搬送される前記被測定物にX線を照射する。X線検出部(4)は前記被測定物を透過したX線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有するX線検出器を備えている。記憶部(5)は前記X線検出部によって検出されたX線強度値の2次元分布を透過画像として各画素毎に格納する。平均値算出部(7)は前記記憶部に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ7画素×7画素以上または9画素×9画素以上または11画素×11画素以上でかつ前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数×前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する。差分算出部(8)は前記記憶部に格納された透過画像における前記対象画素についての前記X線強度値と前記平均値算出部によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する。判定部(9)は前記差分算出部によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異物の有無を判定する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FR	フランス	LS	レソト	SI	スロベニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SK	スロバキア共和国
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GM	ガンビア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GN	ギニア	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャド
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MK	マケドニア共和国	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MR	モリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MW	モザンビーク	UA	ウクライナ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CG	コンゴ	IT	イタリア	NE	ニジェール	US	米国
CH	スイス	JP	日本	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CI	コート・ジボワール	KE	ケニア	NO	ノルウェー	VN	ウイエトナム
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CU	キューバ	KR	大韓民国	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
EE	エストニア						

明 細 書

選択性の高い画像処理による高感度な異物検出装置

技術分野

本発明は、一般にX線を用いた異物検出装置（c o n t a m i n a n t - d e t e c t i n g a p p a r a t u s）に係り、特に搬送手段によって搬送される、例えば食品などの被測定物（p r o d u c t t o b e t e s t e d）にX線を照射してそのX線透過画像を処理することにより、被測定物内に混入する金属、石、ガラス等の微小異物（c o n t a m i n a n t）をリアルタイムで高感度に検出する異物検出装置に関する。

背景技術

周知のように、X線の透過画像（t r a n s m i s s i o n i m a g e）を用いて被測定物への異物の混入の有無をリアルタイムで判定する異物検出装置は、被測定物を搬送する搬送手段（c o n v e y i n g m e a n s）と、被測定物にX線を照射（r a d i a t e）するX線源（X - r a y s o u r c e m e a n s）と、被測定物を透過したX線の強度（i n t e n s i t y）を検出するX線検出器（X - r a y d e t e c t i n g m e a n s）と、X線検出器で

得られた信号をX線の透過画像として格納する記憶手段と、透過画像の画像処理 (i m a g e p r o c e s s i n g) を行い異物の混入の有無を高速に判定する処理手段とにより構成されている。

この種の異物検出装置において、通常、搬送手段にはベルトが用いられる。

またX線源としては、真空中で高電圧の陰極フィラメント (c a t h o d e f i l a m e n t) より飛び出した電子を陽極 (a n o d e f i l a m e n t) のタングステンなどの金属に衝突 (c o l l i d e) させX線を発生させる高電圧X線管 (h i g h - v o l t a g e - X - r a y t u b e) が用いられる。

またX線検出器にはベルト進行方向に対し直角の方向に配置したリニアアレー検出器 (l i n e a r - a r r a y d e t e c t o r) 、X線撮像管 (X - r a y i m a g i n g t u b e) 等が用いられる。

また、X線の透過画像を格納する記憶手段としては半導体メモリが用いられる。

そして、処理手段には、透過画像から特徴量を抽出するために、画像処理の手法に基づく特徴量抽出手段 (f e a t u r e e x t r a c t i n g m e a n s) と、予め定めた判定基準値 (c r i t e r i a) と抽出された特徴量の値とを比較することにより、異物の有無を判定する判定手段より構成される。

そして、上述のように構成された従来の異物検出装置にお

いて、異物の検出性能を大きく左右するのは透過画像から特徴量を抽出する画像処理の手法である。

このため、この種の画像処理の手法としては様々な手法が提案されているが、これまでに提案された画像処理の手法の殆どは、 3×3 画素 (pixel) の小さな正方形の画素の局所領域 (kernel) を用いたものである。

一例としては、特開昭63-236989号公報に開示された「異物検出装置」がある。

この先行例では、放射線を用いて検出された透過画像に強調処理を施した (to enhance) 後でそれを2値化することにより被検査物内部に含まれる物体の2値画像を得ている。

そして、この2値画像に基づいて物体の面積と輪郭長 (peripheral length) と濃度和 (sum of intensity) との3種類の特徴量を算出した後、それを所定の判定基準値と比較することにより、判定条件を満たしているときに、その物体が異物であると判定している。

この場合、前記透過画像の強調処理には、垂直、水平それぞれの方向の画像強調を高速で行う2つの 3×3 画素のソーベルフィルタ (Sobel-filter) が使用されている。

そして、垂直、水平方向の強調された2つの画像を最終的に足し合わすことにより、1枚の強調画像 (enhanced image) が得られる。

このソーベルフィルタは、画像の1次微分フィルタ (fi

r s t - d e g r e e - d i f f e r e n t i a l - f i l t e r) として良く知られており、画像の強調処理にしばしば利用される。

ところで、上述したような従来のX線の透過画像を用いた異物検出装置の分野では、実用的なベルトスピードで搬送される被測定物に対し、リアルタイムで画像処理を行うことにより、異物の有無を判定しなくてはならない。

このため画像処理の手法として、従来は、上述した先行例のように演算数が少なく、高速処理が可能である 3×3 画素の局所領域を用いる手法がもっぱら用いられていた。

すなわち、従来においては、後述するように本発明で採用している 7×7 画素以上の画素の局所領域を用いる手法は、演算数が多く低速であるため、全く顧みられることがなかった。

そして、CPUが高速化され、実用的な速度で演算を実行することができるようになって、 7×7 画素以上の画素の局所領域を用いる手法は、顧みられることがなかった。

一方、この種の異物検出装置においては、透過画像の強調処理を行うときに、食品などの被測定物の透過画像の濃淡を過度に強調して、あたかも異物があるような信号を得る場合があった。

この信号を疑似異物信号 (f a l s e - r e j e c t - s i g n a l) と呼ぶと共に、これに対して異物によって得られる信号を異物信号 (c o n t a m i n a n t s i g n a l) と呼ぶこととすると、従来は往々にして、異物信号と疑

似異物信号との判別が困難であった。

つまり、これは、従来の異物検出装置では、選択性の高い (highly sensitive) 画像処理が行われていなかったということを示しており、それだけ異物の検出感度が低いという点で問題があった。

発明の開示

従って、本発明の目的は、疑似異物信号を効果的に抑圧することが可能な画像処理の手法を採用することにより、選択性が高く高感度となるように改良された新規で有用な異物検出装置を提供することである。

本発明によると、被測定物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、前記搬送手段によって搬送される前記被測定物に X 線を照射する X 線源と、前記被測定物を透過した X 線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有する X 線検出器を備えた X 線検出手段と、前記 X 線検出手段によって検出された X 線強度値の 2 次元分布を透過画像として各画素毎に格納する記憶手段と、前記記憶手段に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ 7 画素 × 7 画素以上でかつ前記所定の検出器幅の $1/2$ に対応する画素数 × 前記所定の検出器幅の $1/2$ に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列 (coefficient matrix) を用いて積和演算 (sum-of-product-operation) を行って領域平均値を算出す

る平均値算出手段と、前記記憶手段に格納された透過画像における前記対象画素についての前記X線強度値と前記平均値算出手段によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出手段と、前記差分算出手段によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異物の有無を判定する判定手段とを具備する疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置が提供される。

また、本発明によると、被測定物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、前記搬送手段によって搬送される前記被測定物にX線を照射するX線源と、前記被測定物を透過したX線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有するX線検出器を備えたX線検出手段と、前記X線検出手段によって検出されたX線強度値の2次元分布を透過画像として各画素毎に格納する記憶手段と、前記記憶手段に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ9画素×9画素以上でかつ前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数×前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する平均値算出手段と、前記記憶手段に格納された透過画像における前記対象画素についての前記X線強度値と前記平均値算出手段によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出手段と、前記差分算出手段によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異

物の有無を判定する判定手段とを具備する疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置が提供される。

また、本発明によると、被測定物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、前記搬送手段によって搬送される前記被測定物にX線を照射するX線源と、前記被測定物を透過したX線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有するX線検出器を備えたX線検出手段と、前記X線検出手段によって検出されたX線強度値の2次元分布を透過画像として各画素毎に格納する記憶手段と、前記記憶手段に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ 11 画素 $\times 11$ 画素以上でかつ前記所定の検出器幅の $1/2$ に対応する画素数 \times 前記所定の検出器幅の $1/2$ に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する平均値算出手段と、前記記憶手段に格納された透過画像における前記対象画素についての前記X線強度値と前記平均値算出手段によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出手段と、前記差分算出手段によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異物の有無を判定する判定手段とを具備する疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置が提供される。

さらに、本発明によると、前記平均値算出手段が前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値を対数に変換する対数

変換手段を備えており、かつ前記対数変換手段で変換された前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値の対数を用いて、前記局所領域の対数値による領域平均値を算出し、前記差分算出手段が前記対象画素についての前記X線強度値の対数と前記対象画素についての対数値による領域平均値との差分を算出することを特徴とする疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置が提供される。

図面の簡単な説明

図1は本発明の第1の実施の形態の構成を示す図；

図2は本発明の第2の実施の形態の構成を示す図；

図3は本発明の第3の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図4は本発明の第4の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図5は本発明の第5の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図6は本発明の第6の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図7は本発明の第1の実施の形態に用いる係数行列の一例を示す図；

図8は異物を含んだ被測定物のX線の透過画像を示す図；

図9A, Bは図8に示した被測定物の透過画像のA-A断面における画素の強度値と当該画素周辺の局所領域の領域平

均値を同時に示した図であり、図 9 A は 7×7 画素の局所領域を用いて領域平均値を求めた場合の図、図 9 B は 3×3 画素の局所領域を用いて領域平均値を求めた場合の図；

図 10 は本発明の異物検出装置の 7×7 画素の局所領域を用いる画像処理の出力結果を 3 次元で示す図；

図 11 は従来の異物検出装置の 3×3 画素の局所領域を用いる画像処理の出力結果を 3 次元で示す図；

図 12 A, B は被測定物の中心部と周辺部に材質と寸法が同一の異物を混入させた場合の透過画像の画素の強度値と位置との関係を示す図であり、図 12 A は画素の強度値について対数をとらない場合の図、図 12 B は画素の強度値について対数をとった場合の図；

図 13 は平均値算出手段で用いる係数行列の下限が 7×7 である場合の根拠を説明するための図；

図 14 は平均値算出手段で用いる係数行列の下限が 9×9 である場合の根拠を説明するための図；

図 15 は平均値算出手段で用いる係数行列の下限が 11×11 である場合の根拠を説明するための図；

図 16 は平均値算出手段で用いる係数行列の上限が X 線検出器幅の $1/2$ である根拠を示す図；

図 17 は、図 1 及び図 2 の構成図を具体化して示す図；

図 18 は図 17 の動作を説明するためのフローチャート；

図 19 は本発明の第 7 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 20 は本発明の第 8 の実施の形態に用いる係数行列を示

す図；

図 2 1 は本発明の第 9 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 2 2 は本発明の第 1 0 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 2 3 は本発明の第 1 1 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 2 4 は本発明の第 1 2 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 2 5 は本発明の第 1 3 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 2 6 は本発明の第 1 4 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；

図 2 7 は本発明の第 1 5 の実施の形態に用いる係数行列を示す図；及び

図 2 8 は本発明の第 1 6 の実施の形態に用いる係数行列を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

先ず、本発明による異物検出装置の概要について説明する。

上記目的を達成するために、発明者らは、後述するように、従来の異物検出装置においては顧みられることのなかった 7 × 7 画素以上（または 9 × 9 画素以上または 1 1 × 1 1 画素以上）の画素の局所領域を用いる画像処理のアルゴリズムを

検討し、大きな局所領域を用いる手法が被測定物におけるX線の透過画像の濃淡による疑似異物信号を効果的に抑圧する(suppress)ことができるようになり、その結果として選択性が高く高感度に異物を検出することができることを見出した。

また、発明者らは、画像処理の前に画素の強度値の対数を取ると、さらに選択性が高く高感度に異物を検出することができることも発見した。

そして、これらの知見に基づく本発明の異物検出装置は、基本的には被測定物を搬送する搬送手段と、該被測定物にX線を照射するX線源と、前記被測定物を透過したX線を検出するX線検出器と、該X線検出器で検出したX線強度の2次元分布を透過画像として格納する記憶手段と、該透過画像を処理して混入異物の有無を判定する処理手段とを備えた異物検出装置において、前記処理手段が前記透過画像の個々の画素について当該画素の周辺の7×7画素以上の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算(sum-of-product operation)を行って領域平均値(weighted average over the kernel)を算出する平均値算出手段と、前記当該画素の強度値と当該画素についての領域平均値との差分(difference)を算出する差分算出手段と、該差分と予め定められた判定基準値とを比較して異物の有無を判定する選択性が高く高感度な判定手段とを備えて構成されている。

以上のように構成される本発明の異物検出装置の作用につ

いて述べる。

すなわち、本発明による異物検出装置では、搬送手段により搬送されてくる被測定物がX線源より発生するX線の中を通過すると、X線検出器により、一例として図8に示すような被測定物の透過画像が得られる。

なお、図8の透過画像の被測定物には異物が混入している。

そして、本発明による異物検出装置では、以上のようにして得られた透過画像の個々の画素に対して、例えば画素周辺の 7×7 画素の局所領域の領域平均値を平均値算出手段で算出した後に、記憶手段に格納されている当該画素の強度値との差分を求めることにより、従来の 3×3 画素の局所領域の領域平均値を用いる手法に比べ、異物信号と疑似異物信号との差を大きくすることができる。

この結果、本発明によれば、選択性が高く高感度な異物検出装置を実現することができる。

この様子を図9A、Bを用いて具体的に説明する。

図9Aは、図8の被測定物の透過画像のA-A断面（一列の画素）における画素の強度値と、各画素の当該画素周辺の 7×7 画素の局所領域の領域平均値を同時に示した図である。

図9Aの横軸は透過画像での画素の位置を示し、縦軸は強度値を示している。

また、図9A中、実線は記憶手段に格納された画素の強度値を示し、破線は 7×7 画素の局所領域の領域平均値を示している。

これらの実線と破線の強度値の差が差分算出手段で算出さ

れる差分を示している。

ここで、異物が混入していない位置での差分は、被測定物の濃淡による疑似異物信号に相当する。

図9A中、矢印で示した鋭く落ちこんだ谷部は、異物の混入位置を示している。

この異物の混入位置における実線と破線の差の値、すなわち異物信号は、他の場所、すなわち疑似異物信号に比べて際だって大きくなっていることが分る。

一方、図9Bは、図9Aと同一の断面における画素の強度値と各画素の画素周辺の 3×3 画素の局所領域の領域平均値を同時に示した図である。

図9Bにおいて、図9Aと同じく、横軸は画素の位置を示し、縦軸は強度値を示している。

また、図9B中、実線は記憶手段に格納された画素の強度値を示し、破線は 3×3 画素の局所領域の領域平均値を示している。

図9B中、矢印で示した異物の混入位置における異物信号は、図9Aに示したような 7×7 画素の局所領域の領域平均値を用いた場合の異物信号の値に比べて非常に小さな値となり、疑似異物信号との差が極端に少なくなっていることが分る。

前述の説明は透過画像のある断面についてのものであるが、これを透過画像の全体についてみるために、画像処理の結果を3次元で表したものが図10および図11である。

図10、図11中、X軸、Y軸は画素の位置を、Z軸は各

画素における画像処理後の差分をそれぞれ示している。

図 1 0 は本発明の異物検出装置の 7×7 画素の局所領域を用いる画像処理の出力結果を示す図である。

すなわち、図 1 0 は図 8 の異物を含んだ被測定物の透過画像に対して、各画素の画素周辺の 7×7 画素の局所領域の領域平均値を平均値算出手段で算出し、記憶手段に格納されている当該画素の強度値との差分を求めた結果を示す図である。

図 1 0 において、中央部に並ぶ突出した 5 つのピークは異物信号であり、混入している 5 つの異物の全てを検出することが可能である。

この例から分るように、 7×7 画素の局所領域を用いる画像処理を採用することにより、被測定物の透過画像の濃淡による疑似異物信号は異物信号に比べて大幅に抑圧されるため、異物信号は選択的に強調され際だっている。

一方、図 1 1 は、図 8 の透過画像に対して、これら一連の画像処理を 3×3 画素の局所領域の領域平均値を求める先行例の手法で行った結果を示す図である。

この図 1 1 では、同一の透過画像に対して画像強調を試みているにもかかわらず、異物信号と疑似異物信号の差が小さくなり、異物の検出感度が低下している結果、先行例の異物検出装置では、5 つの異物のうちの 2 つの異物しか検出することができない。

ところで、異物検出装置で対象とする被測定物及び異物の種類は、本明細書の末尾にまとめて記載されているように、多種多様である。

そこで、本願発明者等は、上述したような比較を多種多様な被測定物と異物の組み合わせについて行った結果、 7×7 画素以上の局所領域を用いる画像処理の手法は、従来の 3×3 画素の局所領域を用いる画像処理の手法に比べ、高い検出感度を有して異物を検出し得ることを見出だした。

また、後述するように、被測定物と異物の組み合わせが、ある特定の組み合わせにおいて、特に、 9×9 画素以上、あるいは、 11×11 画素以上の局所領域を用いる画像処理の手法が、それぞれ効果的であることが判明した。

図13は、異物を高感度で検出するための平均値算出手段で用いる係数行列の大きさ（サイズ）の下限が 7×7 であることの根拠を説明するために、多種多様な食品と異物の組み合わせの中から典型的な組み合わせの例として、係数行列の大きさ（サイズ）と検出感度との関係を示す図である。

図13の横軸は、係数行列の大きさを示している。

一方、図13の縦軸は、検出感度を表す検出信号（規格値）である。

この検出信号は、画像処理で得られる異物信号から画像処理で得られる疑似異物信号を差し引いた値である。

この値は、異物信号と疑似異物信号それぞれのばらつきと異物検出の信頼度（この例では、 99.999998% の確からしさ）に基づいて統計的に計算した規格値である。

図13における検出信号（規格値）は、異物の混入していない複数の食肉加工品と高密度プラスチック片の混入した複数の食肉加工品の画像処理を行って統計的に求めたものであ

る。

この検出信号（規格値）が、0より大きい値の場合は、統計的には99.999998%の精度で混入した異物を検出できることを示している。

また、この検出信号（規格値）が、0より小さい値の場合は、混入した異物を検出できないことを示している。

この図13は、7×7以上の大きさ（サイズ）の係数行列を用いれば異物の検出が可能であることを示している。

図14は、異物を高感度で検出するための平均値算出手段で用いる係数行列の大きさ（サイズ）の下限が9×9であることの根拠を説明するために、多種多様な食品と異物の組み合わせの中から前述したある特定の組み合わせの一つの例として、係数行列の大きさ（サイズ）と検出感度との関係を示す図である。

図14の横軸は、係数行列の大きさを示している。

一方、図14の縦軸は、検出感度を表す検出信号（規格値）である。

図14における検出信号（規格値）は、異物の混入していない複数の食肉加工品と微小なガラス片の混入した複数の食肉加工品の画像処理を行って統計的に求めたものである。

この検出信号（規格値）が、0より大きい値の場合は、統計的には99.87%の精度で混入した異物を検出できることを示している。

また、この検出信号（規格値）が、0より小さい値の場合は、混入した異物を検出できないことを示している。

この図14は、 9×9 以上の大きさ（サイズ）の係数行列を用いれば、例えば、上述の食肉加工品それに混入した微小なガラス片のような特定の組み合わせにおける異物の検出が可能であることを示している。

図15は、異物を高感度で検出するための平均値算出手段で用いる係数行列の大きさ（サイズ）の下限が 11×11 であることの根拠を説明するために、多種多様な食品と異物の組み合わせの中から前述したある特定の組み合わせの一つの例として、係数行列の大きさ（サイズ）と検出感度との関係を示す図である。

図15の横軸は、係数行列の大きさを示している。

一方、図15の縦軸は、検出感度を表す検出信号（規格値）である。

図15における検出信号（規格値）は、異物の混入していない複数の食肉加工品と微小な石の混入した複数の食肉加工品の画像処理を行って統計的に求めたものである。

この検出信号（規格値）が、0より大きい値の場合は、統計的には99.38%の精度で混入した異物を検出できることを示している。

また、この検出信号（規格値）が、0より小さい値の場合は、混入した異物を検出できないことを示している。

この図15は、 11×11 以上の大きさ（サイズ）の係数行列を用いれば、例えば、上述の食肉加工品それに混入した微小な石のような特定の組み合わせにおける異物の検出が可能であることを示している。

図16は、異物を高感度で検出するための平均値算出手段で用いる係数行列の大きさ（サイズ）の上限がX線検出器幅の $1/2$ に対応する画素数 \times X線検出器幅の $1/2$ に対応する画素数であることの根拠を説明するために、多種多様な食品と異物の組み合わせの中から典型的な組み合わせの例として、係数行列の大きさ（サイズ）と検出感度との関係を示す図である。

図16の横軸は、X線検出器の1画素の幅が1mmのときの領域平均値算出部7で用いる係数行列の大きさを長さ（mm）で表現している。

例えば、図16の横軸で50mmの場合は、行列の大きさは 50×50 になる。

一方、図16の縦軸は、検出感度を表す検出信号（規格値）である。

図16における検出信号（規格値）は、異物の混入していない複数の食肉加工品と微小な金属の混入した複数の食肉加工品の画像処理を行って統計的に求めたものである。

この検出信号（規格値）が、0より大きい値の場合は、統計的には99.9999999%の精度で混入した異物を検出できることを示している。

また、この検出信号（規格値）が、0より小さい値の場合は、混入した異物を検出できないことを示している。

この図16から、係数行列の大きさ（サイズ）が、50mm（X線検出器幅の $1/2$ ）以下である場合、異物の検出が可能であることを示している。

以上、実際の検出例を用いて先行例との対比において説明したように、 7×7 画素以上で、かつ、X線検出器幅の $1/2$ に対応する画素数 \times X線検出器幅の $1/2$ に対応する画素数以下の画素の局所領域を用いる画像処理を採用する本発明による異物検出装置は、選択性が高く、異物信号を疑似異物信号とはっきり区別することが可能である。

この結果、本発明による異物検出装置は、 3×3 画素を用いる画像処理を備えた先行例の異物検出装置に比べ高感度とすることができる。

次に、以上のような概要に基づく本発明の実施形態について説明する。

図1に本発明の第1の実施の形態の構成を示す。

本実施の形態で示す異物検出装置は、図1に示すように、例えば食品などの被測定物1を搬送する搬送手段であるベルト2と、被測定物1にX線を照射するX線源3と、被測定物1を透過したX線を検出するX線検出器4と、X線検出器4で検出したX線強度の2次元分布を透過画像として格納する記憶部5と、透過画像の個々の画素について当該画素の周辺の 7×7 画素以上の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する平均値算出部7と、当該画素の強度値と当該画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出部8と、この差分と予め定められた判定基準値とを比較して異物の有無を判定する判定部9より構成される。

これら構成の中で、平均値算出部7と差分算出部8と判定

部 9 は、中央処理装置（C P U）等による処理部 6 を構成している。

なお、本発明で対象とする被測定物及び検出可能な異物については本明細書の末尾にまとめて記載されている。

このように構成された本発明の第 1 の実施の形態による異物検出装置における異物検出の原理は、以下の通りである。

すなわち、図 1 に示すように、被測定物 1 が搬送手段であるベルト 2 により搬送され、X 線源 3 の下を通過すると、被測定物 1 の X 線透過係数に応じた強度の X 線が被測定物 1 を透過する。

この被測定物 1 を透過した X 線は、X 線検出器 4 で連続的に検出される。

この X 線検出器 4 で検出された X 線の強度値は、記憶部 5 に格納される。

これにより、透過 X 線強度の 2 次元分布（t w o - d i m e n s i o n a l d i s t r i b u t i o n）である透過画像が得られる。

そして、本装置は、このようにして得られた透過画像に、平均値算出部 7、差分算出部 8、判定部 9 で構成される処理部 6 で所定の画像処理を施して、被測定物 1 に対する異物混入の有無を判定する。

この画像処理は、具体的には、記憶部 5 に格納された透過画像は平均値算出部 7 に送られて、ここで例えば図 7 に示すような係数行列を用いて、当該画素の周辺の 7 × 7 画素の局部領域の領域平均値が計算される。

この領域平均値の計算は、平均値算出部 7 により次に示す手順にしたがって行われる。

すなわち、それは 7×7 画素 = 49 画素それぞれの画素の強度値に、その画素に対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値 8 で割算を行うという計算手順である。

このようにして得られた領域平均値と当該画素の強度値との差分を求める演算が、差分算出部 8 により行われる。

この差分を求める演算を全ての画素について行うことにより、最終的に処理結果が得られる。

そして、最後に、この処理結果の画像の各画素の値と予め定めた判定基準値との比較を判定部 9 で行うことにより、その比較結果の中で判定基準値を超えた画素が存在した場合には異物が混入したと判定される。

以上において、判定基準値の設定の手法は、例えば、異物の混入していない一つの被測定物の透過画像を平均値算出部 7 と差分算出部 8 で処理し、全ての画素の処理結果の値の中で最大の値あるいは最大の値に余裕を持たせた値を判定基準値に設定する手法等がある。

また、判定基準値の設定の手法には、上述のように最大の値を用いる手法以外にも統計的に決める手法がある。

すなわち、この統計的手法は、異物の混入していない複数個の被測定物を用いて上記手法を行うことにより、複数の最大値を得て、その最大値の平均値と分散を計算すると共に、分散から余裕を計算して判定基準値を得る手法である。

次に、本発明の第2の実施の形態を図2を用いて説明する。

第1の実施の形態との相違点は、処理部6に対数変換部10を加えたことである。

すなわち、図2に示すように、被測定物1が搬送手段であるベルト2により搬送され、X線源3の下を通過すると、被測定物1のX線透過係数に応じたX線が被測定物1を透過する。

この被測定物1を透過したX線はX線検出器4で連続的に検出される。

このX線検出器4で検出されたX線の強度値は、記憶部5に格納される。

これにより、透過X線強度の2次元分布である透過画像が得られる。

そして、本装置は、このようにして得られた透過画像に、対数変換部10、平均値算出部7、差分算出部8、判定部9で構成される処理部6で所定の画像処理を施して、被測定物1に対する異物混入の有無を判定する。

この画像処理は、具体的には、まず、記憶部5に格納された透過画像は対数変換部10に送られて、ここで全ての画素の値が個々に対数変換された後に平均値算出部7に送られる。

この平均値算出部7では、例えば図7に示すような係数を持つ係数行列を用いて当該画素の周辺の 7×7 画素の局所領域の対数値の領域平均値を計算する。

この領域平均値の計算は、次に示す手順に従って行われる。

すなわち、それは 7×7 画素 = 49画素それぞれの画素の

強度値の対数変換値に、その画素に対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値8で割算を行うという計算手順である。

このようにして得られた領域平均値と当該画素の強度値の対数との差分を求める演算が、差分算出部8により行われる。

この対数変換値の領域平均値と当該画素の強度値の対数との差分を求める演算を全ての画素について行うことにより、最終的に処理結果が得られる。

そして、最後に、この処理結果の各画素の値（対数）と予め定めた判定基準値との比較を判定部9で行うことにより、その比較結果の中で判定基準値を超えた画素が存在した場合には異物が混入したと判定される。

ここで、対数変換部10において行われている対数変換の効果について、図12A、Bを用いて説明する。

図12A、Bは、被測定物の中心部と周辺部の2箇所にそれぞれ材質と寸法が同一の異物を混入させた場合の透過画像のある断面の画素の強度値を示す図である。

図12A、Bの横軸は画素の位置を示し、図12Aの縦軸は画素の強度値を示し、図12Bの縦軸は画素の強度値の対数を示している。

図12Aについてみると、中央部のAで示す位置では、重なった被測定物と異物を透過したX線の強度値を示しており、異物信号は、被測定物のみを透過したX線の強度値を差し引いたX1で示す値となる。

一方、周辺部のBで示す位置では、被測定物のみを透過し

たX線の強度値は殆ど含まれず、異物信号が殆どの値を占めている。

この異物信号の強度値の大きさは、Y 1で示す値である。

すなわち、図12Aでは、位置AとBで示す2つの異物信号を比較すると、異物の混入する位置により異物信号の大きさが異なっているのが分る。

これに対し、図12Bは、対数変換部10により各画素の強度値を対数変換した結果であり、中央部のAで示す位置では、被測定物と異物が重なったもののX線の強度値の対数を示しており、異物信号は、被測定物のX線の強度値の対数を差し引いたX 2で示す値となる。

一方、周辺部のBで示す位置では、被測定物のX線の強度値の対数は殆ど含まれず異物信号が大部分を占めており、その強度値は、Y 2である。

すなわち、図12Bでは、位置AとBで示す2つの異物信号X 2とY 2を比較すると両者は全く同一の値となる。

この結果、対数変換を行うと、異物信号は、被測定物の影響を全く受けず、異物の混入位置による差がないことが分る。

また、図12Bから分るように、対数変換によって被測定物のX線の強度値が抑圧されることにより、異物信号が相対的に大きくなっている。

このように、対数変換を行う異物検出装置は、異物信号を被測定物のX線の強度値に対し相対的に大きくすることが可能である。

このことは、被測定物の透過画像の濃淡による疑似異物信

号と比べても相対的に異物信号を大きくすることができることを示しており、その結果、異物検出装置としての画像処理の選択性が高く高感度な異物の検出が可能となる。

図17は図1及び図2に示した実施形態の構成をより具体化して示している。

図17において、図1及び図2と同様に構成される部分については同一符号を付してそれらの説明を省略するものとする。

すなわち、この具体化した異物検出装置において、X線検出器ユニット4は、被測定物1を図17の紙面と直交する方向に搬送するベルト2の下部に配設されるもので、被測定物1の搬送方向と直交する方向に配列された所定数の画素を有するリニアアレー4aと、このリニアアレー4aからの電気信号を増幅する増幅器4bと、この増幅器4bからの出力をサンプルホールドするサンプルホールド回路(S/H)4cと、このS/H4cからの出力をアナログ/デジタル変換するアナログ/デジタル変換器(A/D)4dとを有している。

上記リニアアレー4aは、X線源3から被測定物1の搬送方向と直交する方向に所定の幅を有して放射されるX線が被測定物1及びベルト2を透過して入力される透過X線を画素毎にスキャンした1ライン分の電気信号に変換して出力するX線検出器である。

ここで、一例としてリニアアレー4aの画素数は128画素、各画素の大きさは1mm×1mm、スキャンスピードは350スキャン/secであり、ベルト2の搬送スピードは

20m/minである。

そして、A/D4dによってA/D変換されたデータすなわちX線検出器ユニット4からの出力データは装置全体を制御する制御ユニット11のCPU(A)11aに取り込まれる。

このCPU(A)11は、取り込んだデータを画像処理ユニット6のCPU(B)6aにインターフェース回路(I/F)6bを介して高速で転送する。

このCPU(B)6aは、後述するような所定の画像処理を行い、その画像処理結果をI/F6bを介してCPU(A)11aに送り返す。

CPU(A)11aは、この画像処理結果(X線透過画像)をモニタ画面11dに表示すると共に、異物検出信号を出力する。

ここで、装置全体を制御する制御ユニット11におけるCPU(A)11aは、装置全体(X線検出器ユニット4、コンベア制御部・駆動部12、画像処理ユニット6)をコントロールするもので、その内部にはデータを格納する内部メモリ5が備えられている。

また、制御ユニット11の操作画面11cには入力ボタンが設置してあり、ユーザはこの画面を見ながら入力ボタンを操作してCPU(A)11aの制御を行う。

また、制御ユニット11のメモリカード11bには、装置全体として必要な各種設定条件のための設定用データ及び保存のための透過画像データが記憶される。

上記コンベア制御部・駆動部12は、CPU(A)11aからI/F13を介して供給される制御信号に基づいてベルト2をオン、オフすると共に、搬送スピードを所定のスピードにコントロールする。

また、画像処理ユニット6のCPU(B)6aは、フラッシュメモリ6cに格納されている画像処理のプログラムに基づいて後述するような所定の画像処理を行うもので、その内部には処理途中におけるデータを格納するための内部メモリ(図示せず)が備えられている。

図18は上述した図17に示すように構成された異物検出装置による異物検出のための画像処理の動作を説明するためのフローチャートである。

この画像処理は、上述したようにフラッシュメモリ6cに格納されている画像処理のプログラムに従って行われる。

CPU(b)6aは、前述したようにX線検出器ユニット4からの出力データをCPU(A)11aの内部メモリ5を介して取り込むことより、このデータに基づいて被測定物1が図17に示したようなベルト2上の所定の位置に到来したことを検出する(ステップS1)。

このようにして被測定物1の到来が検出されると、CPU(B)6aは、まず最初に取り込んだX線検出器ユニット4からの出力データに基づいて、領域平均値の算出に必要なライン数のX線強度値を内部メモリ(図示せず)に格納する(ステップS2)。

ここで、必要なライン数とは、例えば、カーネルサイズ

(局所領域)が 7×7 の場合では7ラインであり、それが 9×9 の場合では9ラインであり、また 11×11 の場合では11ラインである。

このようにして格納された所定ライン数のX線強度値は、CPU(B)6aによりラインの左端の画素から順次に各画素についての画像処理が行われる(ステップS3)

この画像処理において、CPU(B)6aは、まず各画素毎のX線強度値の対数変換を行う(ステップS4)。

次に、CPU(B)6aは、各画素毎のX線強度値の対数変換値に基づいて領域平均値を算出する(ステップS5)と共に、算出された領域平均値と原画素データ値との差分を算出する(ステップS6)。

そして、CPU(B)6aは、以上のようにして算出された差分値が判定基準値を超えているか否かを調べることにより、異物混入の有無の判定を行う(ステップS7)。

ここで、差分値が判定基準値を超えていない場合には、CPU(B)6aは異物なしと判定してステップS8から後述するステップS10の処理に進む。

また、差分値が判定基準値を超えている場合には、CPU(B)6aは異物が被測定物1に混入している異物ありと判定してステップS9から後述するステップS10の処理に進む。

ステップS10において、CPU(B)6aは1ライン分の画像処理が終了したか否かを判定する。

ステップS10において、CPU(B)6aは1ライン分

の画像処理が終了していなければ、ステップS 1 1の処理に進んで、右隣の画素の画像処理を行う。

ステップS 1 0において、1ライン分の画像処理が終了したら、CPU (B) 6 aは、ステップS 1 2の処理に進んで、検査を続行するか否かを判定する。

ステップS 1 2において、検査を続行する場合、CPU (B) 6 aは、次の1ラインの領域平均値を算出するために新たな1ライン分のX線強度値を内部メモリに格納した後（ステップS 1 3）、上述したステップS 3からステップS 1 1の処理を行う。

ステップS 1 2において、検査を続行しないと判定した場合には、CPU (B) 6 aは処理を終了する。

次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図3に示すように、係数行列の $7 \times 7 = 49$ 個の係数が全て1である。

すなわち、この平均値算出部7は、49画素の全てについての各画素の強度値に係数行列の係数1を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値49で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 7×7 画素の局所領域中の当該画素周辺の全ての画素の強度値を用い

て領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 7×7 画素以下の被測定物の透過画像の濃淡による疑似異物信号を低減することが可能となり、異物の検出感度を向上させることができる。

次に、本発明の第4の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図4に示すように、係数行列の49個の要素が各行の要素が交互に1と0で、かつ各列の要素が交互に1と0である市松模様 (checker-board pattern) になっている。

すなわち、この平均値算出部7では、49画素の画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値25で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 7×7 画素の領域中の当該画素周辺の一つおきの画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 7×7 画素以下の被測定物の透過画像の濃淡による疑似異物信号を低減することが可能となり、異物の検出感度を向上することができる。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が 0 の場合は、計算を行わないために、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約半分の係数が 0 であるため、前記第 1 の実施の形態に比べ、計算の数を約半分にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第 5 の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第 1 の実施の形態、または、前記第 2 の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部 7 に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部 7 の係数行列は、図 5 に示すように、係数行列 49 個の中で、最初の 1 行 (row) と最後の 1 行の要素が全て 1 で、かつ最初の 1 列と最後の 1 列 (column) の要素が全て 1 であり、かつそれ以外の要素が全て 0 である。

すなわち、この平均値算出部 7 では、49 画素の各画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値 24 で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部 7 は、7×7 画素の領域の外周の画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、被測定物の中で、実質的に一辺の長さが 7 画素程度

の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を選択的に低減することが可能となり、異物の検出感度を向上させることができる。

すなわち、本実施の形態は、一辺の長さが7画素程度の寸法の異物を検出する特殊用途に特に有効である。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が0の場合は、計算を行わないため、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約半分の係数が0であるため、前記第1の実施の形態に比べ、計算の数を約半分にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第6の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図6に示すように、係数行列49個の要素の中で、直径7画素の円周上の画素に当たる要素が1でそれ以外の画素に対応する要素が全て0になっている。

すなわち、この平均値算出部7では、49画素の各画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値16で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、直径7画

素の円周上の画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、直径7画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を選択的に低減することが可能となり、異物の検出感度を向上することができる。

すなわち、本実施の形態は、直径と同程度の大きさの異物を検出する特殊用途に特に有効である。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が0の場合は、計算を行わないため、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約2/3の係数が0であり残り約1/3の係数が1であるため、前記第1の実施の形態に比べ、計算の数を約1/3にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第7の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

この平均値算出部7では、例えば図19に示すような係数を持つ係数行列を用いて当該画素の周辺の9×9画素の局所領域の領域平均値を計算する。

この領域平均値の計算は、次に示す手順に従って行われる。

すなわち、それは9×9画素=81画素それぞれの画素の

強度値の対数変換値に、その画素に対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値20で割算を行うという計算手順である。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 9×9 画素の局所領域中の当該画素周辺の全ての画素の強度値を用いて領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 9×9 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を低減することが可能となり、先に図14を参照して説明したように特定の被測定物に対して混入する特定の異物の検出に効果を発揮し、異物の検出感度が向上する。

次に、本発明の第8の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図20に示すように、係数行列の $9 \times 9 = 81$ 個の要素が全て1である。

すなわち、この平均値算出部7は、81画素の全てについての各画素の強度値に係数行列の係数1を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値81で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 9×9 画素の局所領域中の当該画素周辺の全ての画素の強度値を用いて領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 9×9 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を低減することが可能となり、異物の検出感度が向上する。

次に、本発明の第9の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図21に示すように、係数行列の $9 \times 9 = 81$ 個の要素の中で、各行の要素が交互に1と0で、かつ各列の要素が交互に1と0である市松模様になっている。

すなわち、この平均値算出部7では、81画素の画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値41で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 9×9 画素の領域中の当該画素周辺の一つおきの画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 9×9 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を低減することが可能となり、異物の検出感度が向上する。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が0の場合は、計算を行わないために、平均値算出の積和演算の回

数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約半分の係数が0であるため、前記第7の実施の形態に比べ、計算の数を約半分にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第10の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図22に示すように、係数行列の $9 \times 9 = 81$ 個の要素の中で、最初の1行と最後の1行の要素が全て1で、かつ最初の1列と最後の1列の要素が全て1であり、かつそれ以外の要素が全て0である。

すなわち、この平均値算出部7では、81画素の各画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値32で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 9×9 画素の領域の外周の画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、被測定物の中で、実質的に一辺の長さが9画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を選択的に低減することが可能となり、異物の検出感度を向上させるこ

とができる。

すなわち、本実施の形態は、一辺の長さが9画素程度の寸法の異物を検出する特殊用途に特に有効である。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が0の場合は、計算を行わないため、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約半分の係数が0であるため、前記第7の実施の形態に比べ、計算の数を約半分にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第11の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図23に示すように、係数行列の $9 \times 9 = 81$ 個の要素の中で、直径9画素の円周上の画素に当たる要素が1でそれ以外の画素に対応する要素が全て0になっている。

すなわち、平均値算出部7では、81画素の画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値20で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、直径9画素の円周上の画素の強度値を基に領域平均値を算出すること

になる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、直径9画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を選択的に低減することが可能となり、異物の検出感度が向上する。

すなわち、本実施の形態は、直径と同程度の大きさの異物を検出する特殊用途に特に有効である。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が0の場合は、計算を行わないため、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約3/4の係数が0であり残り約1/4の要素の値が1であるため、前記第7の実施の形態に比べ、計算の数を約1/4にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第12の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

この平均値算出部7では、例えば図24に示すような係数を持つ係数行列を用いて当該画素の周辺の 11×11 画素の局所領域の領域平均値を計算する。

この領域平均値の計算は、次に示す手順に従って行われる。

すなわち、それは 11×11 画素 = 121 画素それぞれの画素の強度値の対数変換値に、その画素に対応する係数行列

の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値44で割算を行うという計算手順である。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 11×11 画素の局所領域中の当該画素周辺の全ての画素の強度値を用いて領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 11×11 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を低減することが可能となり、先に図15を参照して説明したように特定の被測定物に対して混入する特定の異物の検出に効果を発揮することができ、異物の検出感度を向上させることができる。

次に、本発明の第13の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図25に示すように、係数行列の $11 \times 11 = 121$ 個の要素の値が全て1である。

すなわち、この平均値算出部7は、 121 画素の全てについての各画素の強度値に係数行列の係数1を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値121で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 11×11 画素の局所領域中の当該画素周辺の全ての画素の強度値を用いて領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 11×11 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を低減することが可能となり、異物の検出感度を向上させることができる。

次に、本発明の第14の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図26に示すように、係数行列の $11 \times 11 = 121$ 個の要素が各行の要素が交互に1と0で、かつ各列の要素が交互に1と0である市松模様になっている。

すなわち、この平均値算出部7では、 121 画素の画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値61で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 11×11 画素の領域中の当該画素周辺の一つおきの画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、 11×11 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を低減することが可能となり、異物の検出感度を向上することができる。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が0の場合は、計算を行わないために、平均値算出の積和演算の回

数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約半分の係数が0であるため、前記第12の実施の形態に比べ、計算の数を約半分にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第15の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第1の実施の形態、または、前記第2の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部7に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部7の係数行列は、図27に示すように、係数行列の $11 \times 11 = 121$ 個の要素の中で、最初の1行と最後の1行の要素が全て1で、かつ最初の1列と最後の1列の要素が全て1であり、かつそれ以外の要素が全て0である。

すなわち、この平均値算出部7では、 121 画素の各画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値40で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部7は、 11×11 画素の領域の外周の画素の強度値を基に領域平均値を算出することになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、被測定物の中で、実質的に一辺の長さが 11 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を選択的に低減することが可能となり、異物の検出感度を向上させる

ことができる。

すなわち、本実施の形態は、一辺の長さが 1 1 画素程度の正方形に近い異物を検出する特殊用途に特に有効である。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が 0 の場合は、計算を行わないため、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約半分の係数が 0 であるため、前記第 1 2 の実施の形態に比べ、計算の数を約半分にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

次に、本発明の第 1 6 の実施の形態を説明する。

本実施の形態において、装置の構成は、前記第 1 の実施の形態、または、前記第 2 の実施の形態と同一のものであり、異なる点は、領域平均値を算出する平均値算出部 7 に用いる係数行列である。

本実施の形態に用いる領域平均値を算出する平均値算出部 7 の係数行列は、図 2 8 に示すように、係数行列の $1\ 1 \times 1\ 1 = 1\ 2\ 1$ 個の要素の中で、直径 1 1 画素の円周上の画素に当たる要素が 1 でそれ以外の画素に対応する要素が全て 0 になっている。

すなわち、平均値算出部 7 では、1 2 1 画素の画素の強度値に対してそれぞれ対応する係数行列の係数を掛け、全ての値を加えた後に、係数の合計の値 2 8 で割算を行う。

この係数行列を用いた場合、平均値算出部 7 は、直径 1 1 画素の円周上の画素の強度値を基に領域平均値を算出するこ

とになる。

この結果、以上のような領域平均値の算出を行う異物検出装置は、被測定物の中で、実質的に直径 1 画素程度の領域における濃度変動に起因する疑似異物信号を選択的に低減することが可能となり、異物の検出感度を向上することができる。

すなわち、本実施の形態は、直径と同程度の大きさの異物を検出する特殊用途に特に有効である。

また、この場合、実際の計算では、係数行列の係数が 0 の場合は、計算を行わないため、平均値算出の積和演算の回数を減少させることができる。

すなわち、本実施の形態の場合は、約 3 / 4 の係数が 0 であり残り約 1 / 4 の係数の値が 1 であるため、前記第 1 の実施の形態に比べ、計算の数を約 1 / 4 にすることが可能であるので、それだけ高速の処理が可能となる。

なお、本発明で対象とする被測定物としては食品、食材、飲料、医薬品、衣類、布製品（含む、寝具）、紙製品、衛生用品、洗剤、化粧品、化学薬品、プラスチック成形品、プラスチックシート、またはゴム成形品などが挙げられる。

そして、当然ながこれらの被測定物は、むき出しである場合のみならず、紙、プラスチック、アルミニウム箔、アルミニウム缶などのパッケージ中に収納されている場合であってもよい。

また、これらの被測定物に混入する異物のうち、本発明で検出可能な異物としては金属、石、ガラス、硬骨、プラスチ

ック、ゴムなど（但し、検査対象物により可能な範囲、サイズは異なる）が挙げられる。

従って、以上詳述したように本発明によれば、従来の異物検出装置においては顧みられることのなかった 7×7 画素以上の局所領域を用いる画像処理のアルゴリズムを導入し装置を構成したため、疑似異物信号を低減でき、選択性が高く高感度な異物検出装置を提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 被測定物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、
前記搬送手段によって搬送される前記被測定物にX線を照射するX線源と、

前記被測定物を透過したX線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有するX線検出器を備えたX線検出手段と、

前記X線検出手段によって検出されたX線強度値の2次元分布を透過画像として各画素毎に格納する記憶手段と、

前記記憶手段に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ7画素×7画素以上でかつ前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数×前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する平均値算出手段と、

前記記憶手段に格納された透過画像における前記対象画素についての前記X線強度値と前記平均値算出手段によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出手段と、

前記差分算出手段によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異物の有無を判定する判定手段とを具備する疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置。

2. 被測定物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、
前記搬送手段によって搬送される前記被測定物にX線を照

射する X 線源と、

前記被測定物を透過した X 線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有する X 線検出器を備えた X 線検出手段と、

前記 X 線検出手段によって検出された X 線強度値の 2 次元分布を透過画像として各画素毎に格納する記憶手段と、

前記記憶手段に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ 9 画素 × 9 画素以上でかつ前記所定の検出器幅の $1/2$ に対応する画素数 × 前記所定の検出器幅の $1/2$ に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する平均値算出手段と、

前記記憶手段に格納された透過画像における前記対象画素についての前記 X 線強度値と前記平均値算出手段によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出手段と、

前記差分算出手段によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異物の有無を判定する判定手段とを具備する疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置。

3. 被測定物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、

前記搬送手段によって搬送される前記被測定物に X 線を照射する X 線源と、

前記被測定物を透過した X 線を検出するもので、前記所定の搬送方向と直交する方向に所定の検出器幅を有する X 線検出器を備えた X 線検出手段と、

前記X線検出手段によって検出されたX線強度値の2次元分布を透過画像として各画素毎に格納する記憶手段と、

前記記憶手段に格納された透過画像の各画素毎に対象画素を含んだ11画素×11画素以上でかつ前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数×前記所定の検出器幅の1/2に対応する画素数以下の局所領域に所定の係数行列を用いて積和演算を行って領域平均値を算出する平均値算出手段と、

前記記憶手段に格納された透過画像における前記対象画素についての前記X線強度値と前記平均値算出手段によって算出された前記対象画素についての領域平均値との差分を算出する差分算出手段と、

前記差分算出手段によって算出された前記差分と予め定められた判定基準値とを比較して前記被測定物中における異物の有無を判定する判定手段とを具備する疑似異物信号を効果的に抑圧し、選択性が高く高感度な異物検出装置。

4. 前記平均値算出手段が前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値を対数に変換する対数変換手段を備えており、かつ前記対数変換手段で変換された前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値の対数を用いて、前記局所領域の対数値による領域平均値を算出し、前記差分算出手段が前記対象画素についての前記X線強度値の対数と前記対象画素についての対数値による領域平均値との差分を算出することを特徴とする請求の範囲1に記載の異物検出装置。

5. 前記平均値算出手段が前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値を対数に変換する対数変換手段を備えており、

かつ前記対数変換手段で変換された前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値の対数を用いて、前記局所領域の対数値による領域平均値を算出し、前記差分算出手段が前記対象画素についての前記X線強度値の対数と前記対象画素についての対数値による領域平均値との差分を算出することを特徴とする請求の範囲2に記載の異物検出装置。

6. 前記平均値算出手段が前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値を対数に変換する対数変換手段を備えており、かつ前記対数変換手段で変換された前記透過画像の前記各画素毎の前記X線強度値の対数を用いて、前記局所領域の対数値による領域平均値を算出し、前記差分算出手段が前記対象画素についての前記X線強度値の対数と前記対象画素についての対数値による領域平均値との差分を算出することを特徴とする請求の範囲3に記載の異物検出装置。

7. 前記係数行列の要素が全て1であることを特徴とする請求の範囲1乃至6のいずれか一つに記載の異物検出装置。

8. 前記係数行列の各行の要素が交互に1と0であり、かつ各列の要素が交互に1と0である市松模様配置であることを特徴とする請求の範囲1乃至6のいずれか一つに記載の異物検出装置。

9. 前記係数行列の最初の1行と最後の1行の要素が全て1であり、最初の1列と最後の1列の要素が全て1であって、かつ、それ以外の要素が全て0であることを特徴とする請求の範囲1乃至6のいずれか一つに記載の異物検出装置。

10. 前記係数行列の要素のうち、前記局所領域内におい

て当前記画素を中心とする円形状のうち最大の直径を有する円形状の円周に当たる要素が全て1で、かつ、それ以外の要素が全て0であることを特徴とする請求の範囲1乃至6のいずれか一つに記載の異物検出装置。

11. 前記被測定物が食品、食材、飲料、医薬品、衣類、布製品（含む、寝具）、衛生用品、紙製品、洗剤、化粧品、化学薬品、プラスチック成形品、プラスチックシート、またはゴム成形品等のうち少なくともいずれか一つを含んでいることを特徴とする請求の範囲1乃至6のいずれか一つに記載の異物検出装置。

1/18

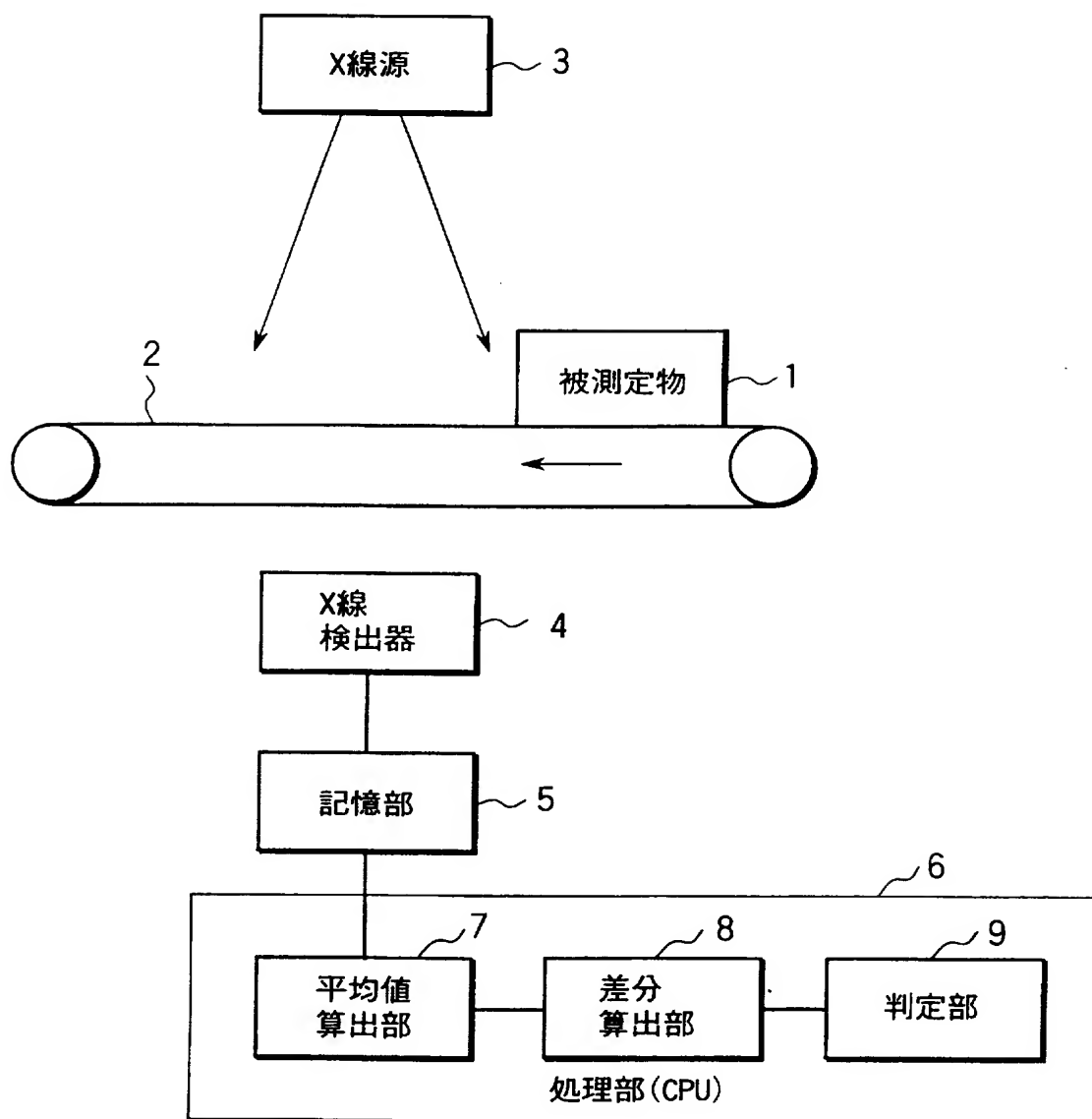


FIG. 1

2/18

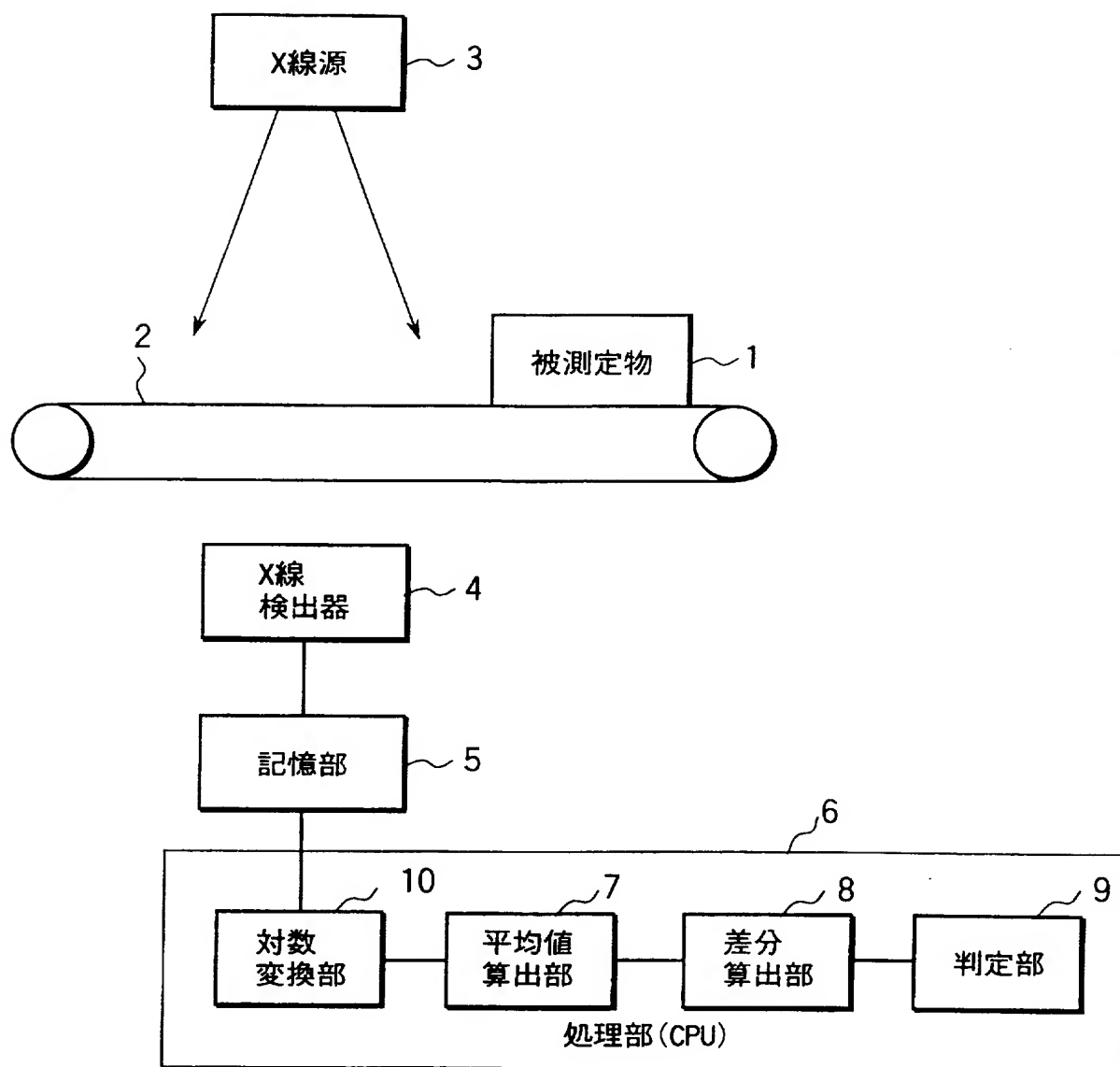


FIG. 2

3/18

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

FIG. 3

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

FIG. 4

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

FIG. 5

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

FIG. 6

FIG. 7

$$\begin{pmatrix} 10 & 5 & 2 & 1 & 2 & 5 & 10 \\ 5 & 0 & -3 & -4 & -3 & 0 & 5 \\ 2 & -3 & -6 & -7 & -6 & -3 & 2 \\ 1 & -4 & -7 & 0 & -7 & -4 & 1 \\ 2 & -3 & -6 & -7 & -6 & -3 & 2 \\ 5 & 0 & -3 & -4 & -3 & 0 & 5 \\ 10 & 5 & 2 & 1 & 2 & 5 & 10 \end{pmatrix}$$

4/18

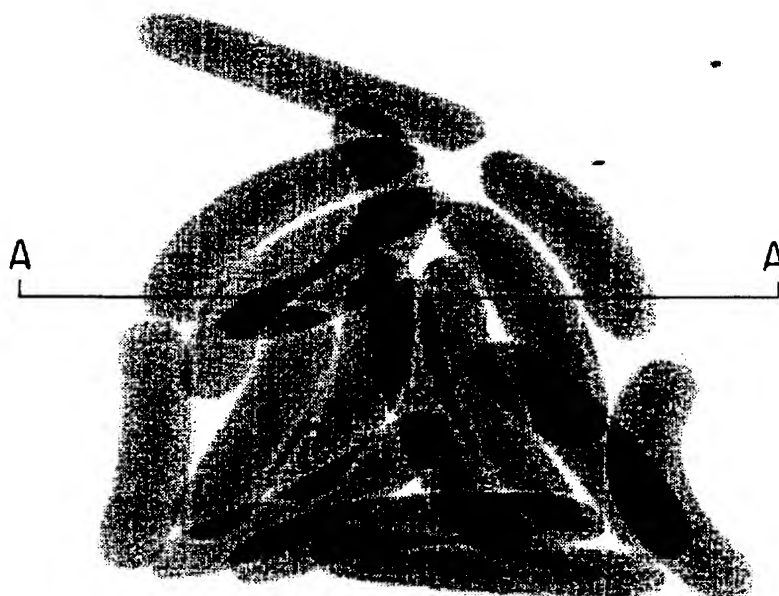


FIG. 8

5/18

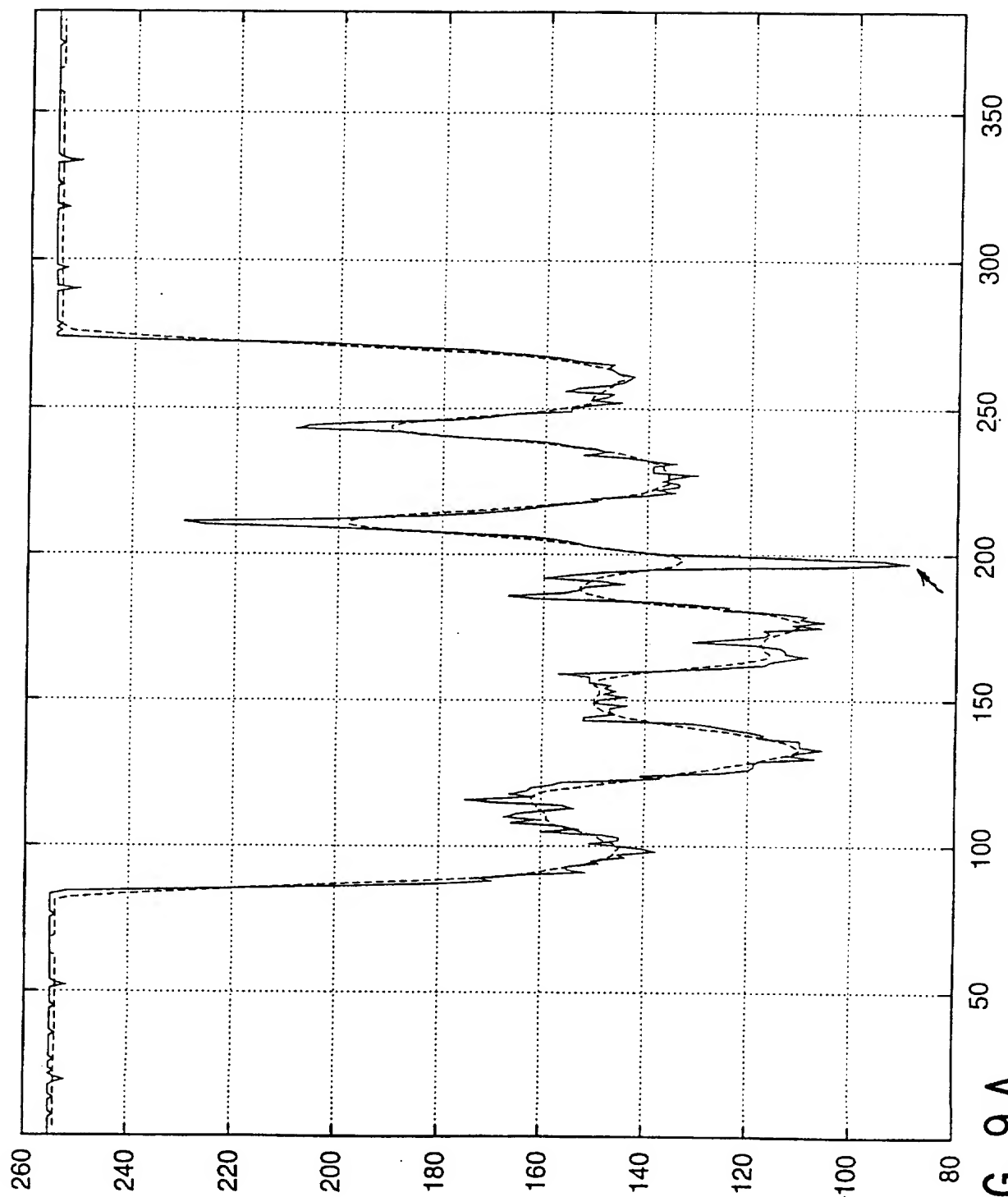


FIG. 9A

6/18

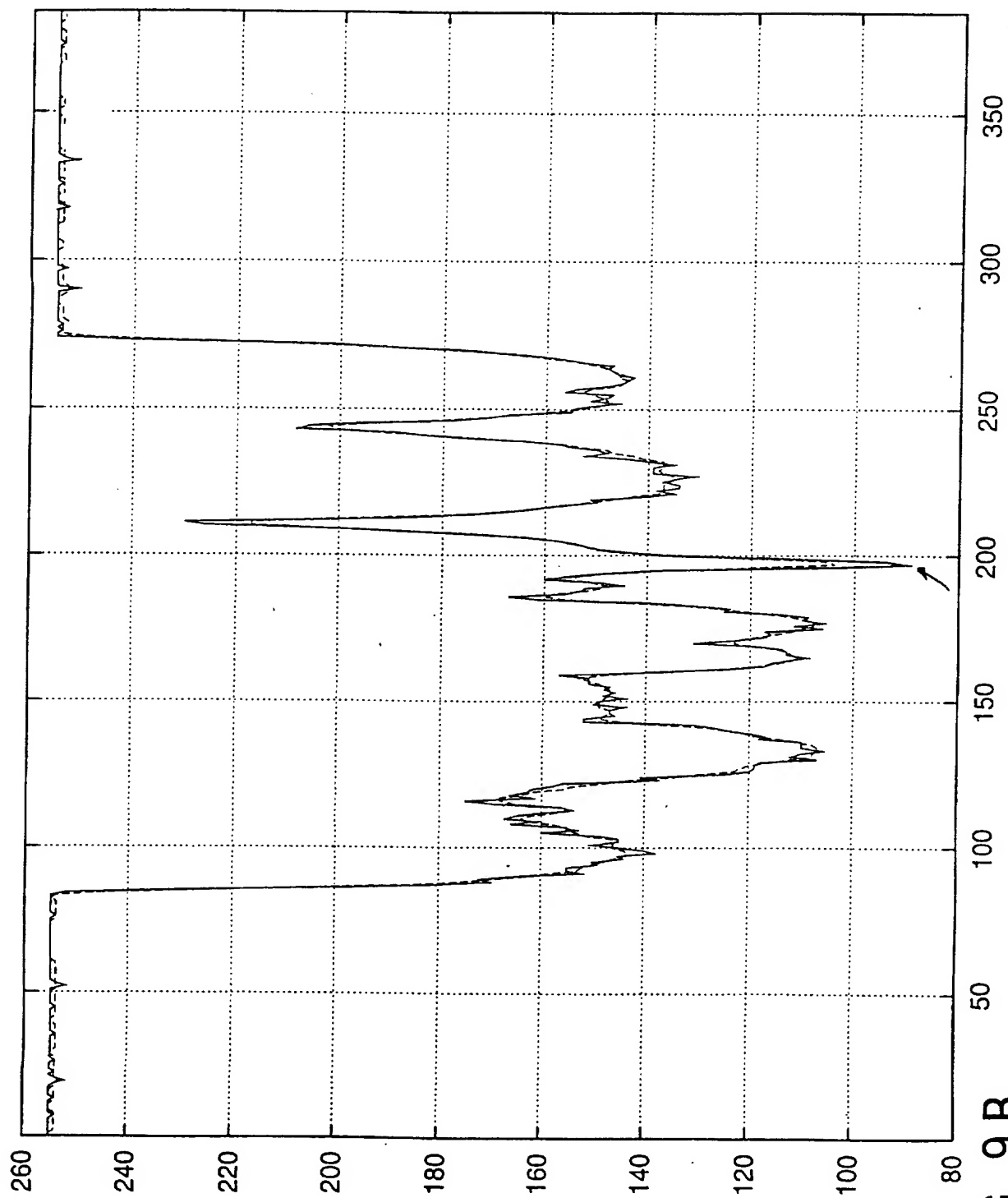


FIG. 9B

"s1st20ad7.gnp" —

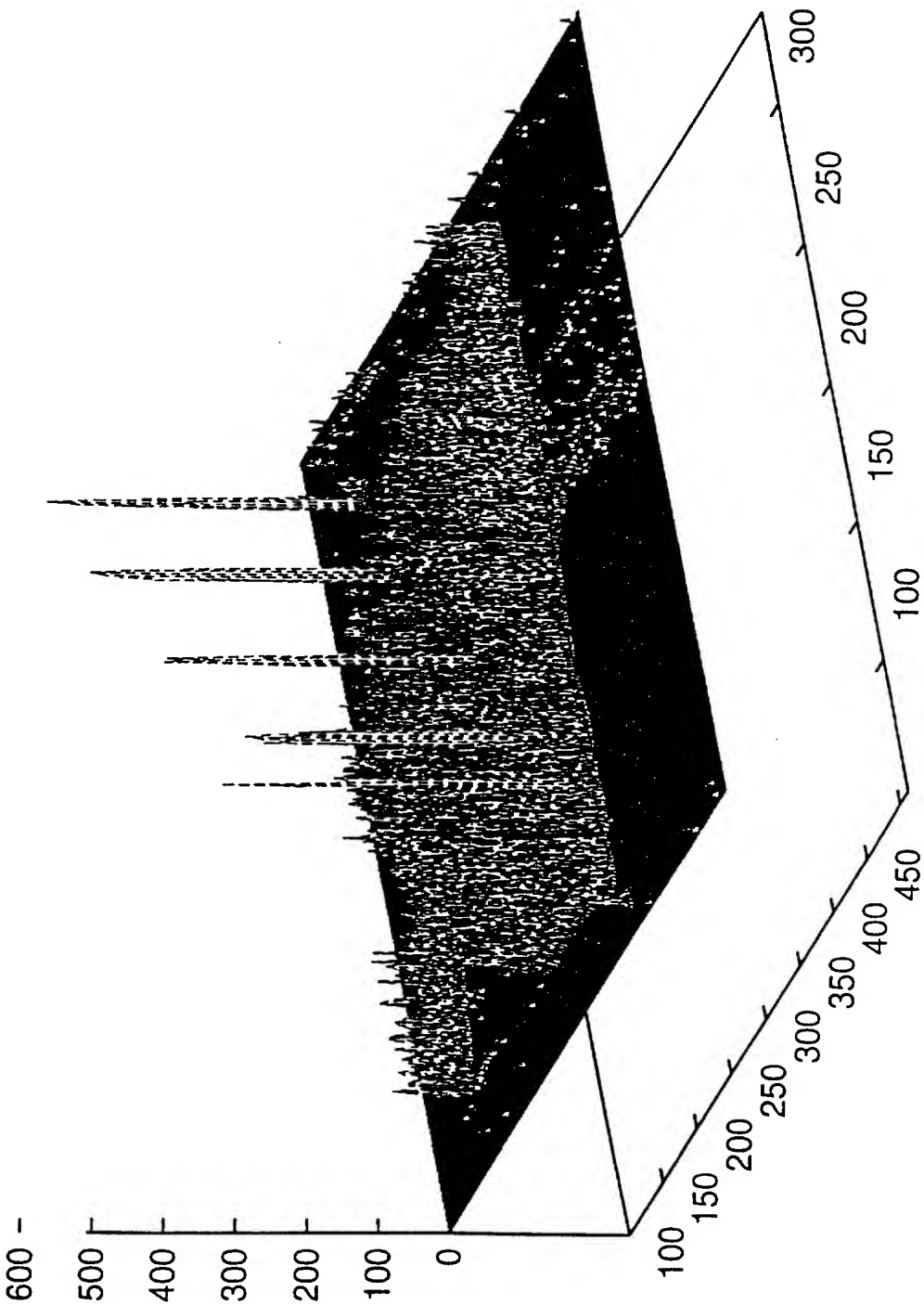


FIG. 10

8/18

"s1st20ad3.gnp" —

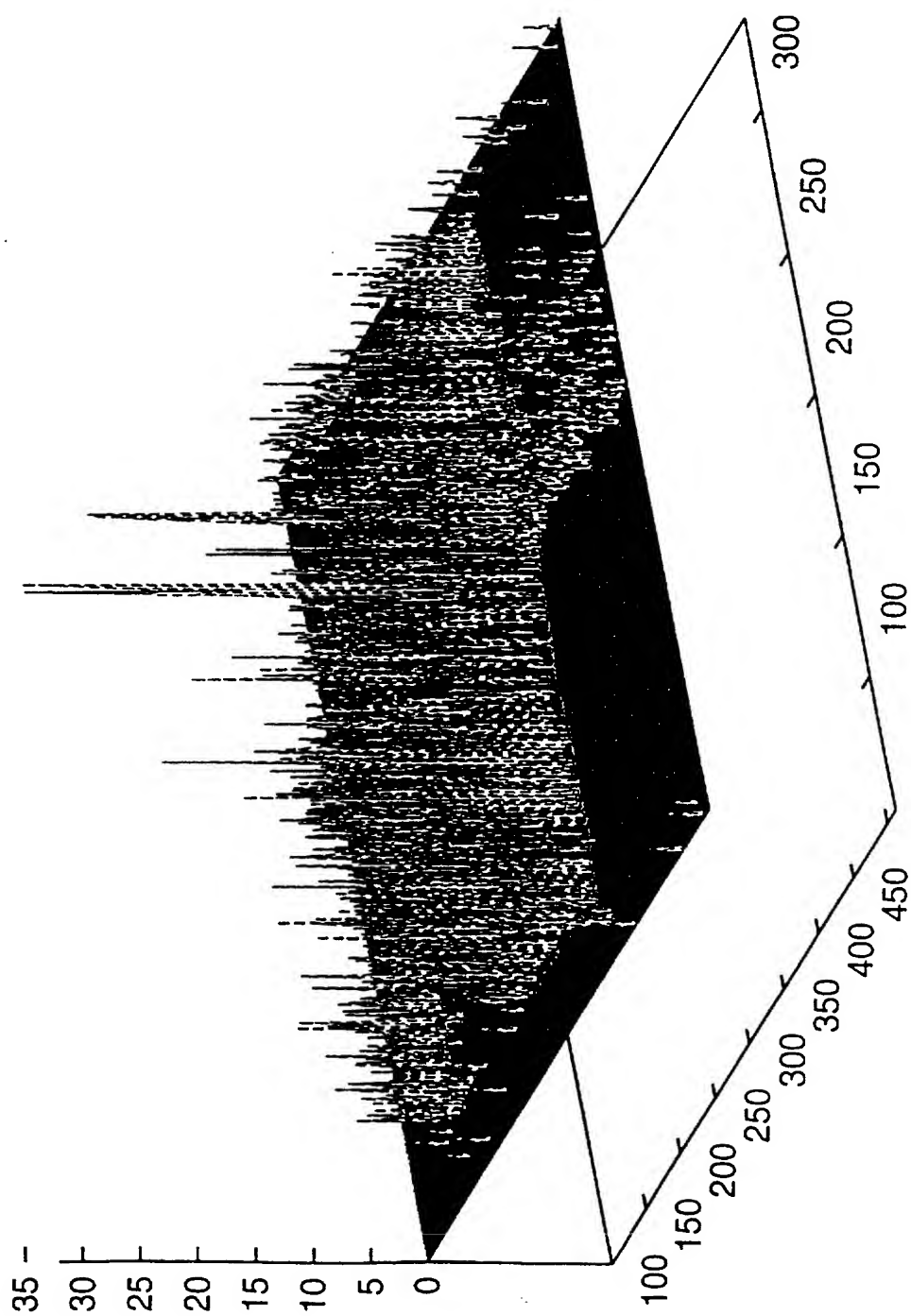


FIG. 11

9/18

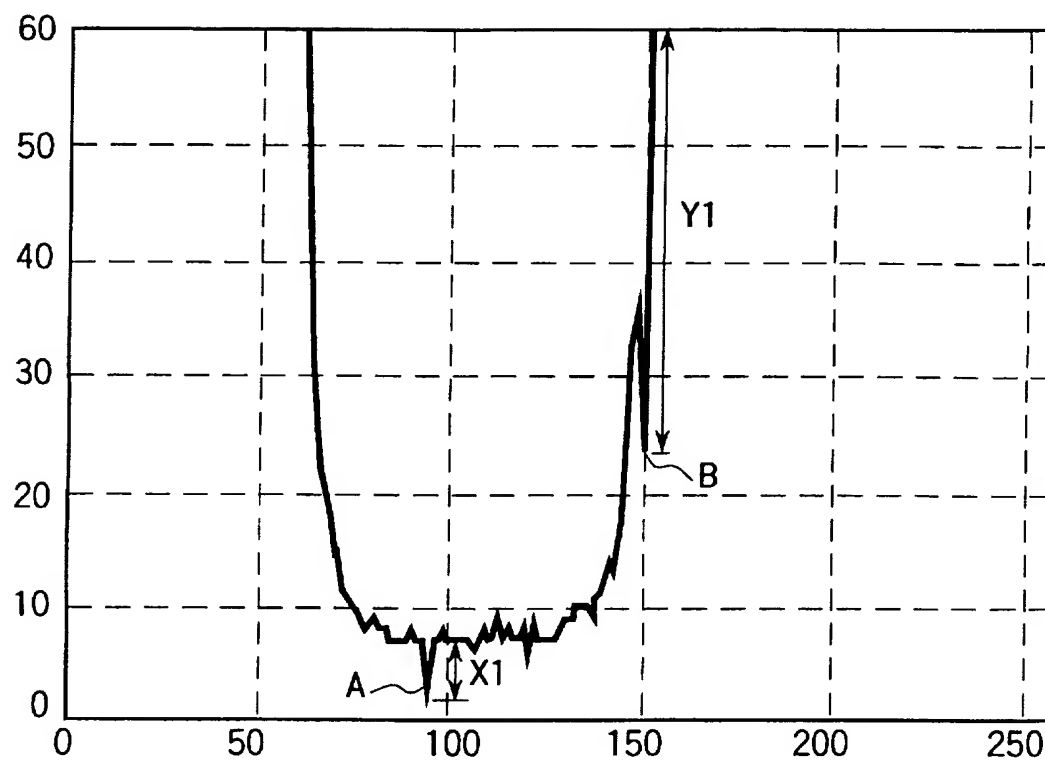


FIG. 12 A

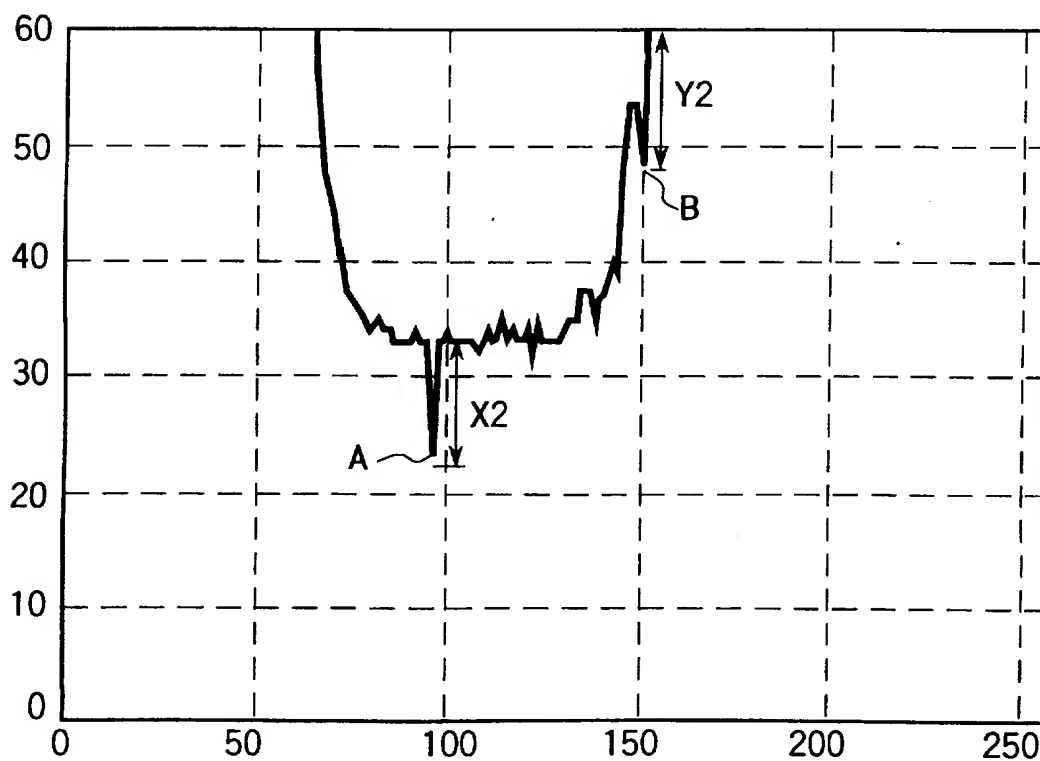


FIG. 12 B

10/18

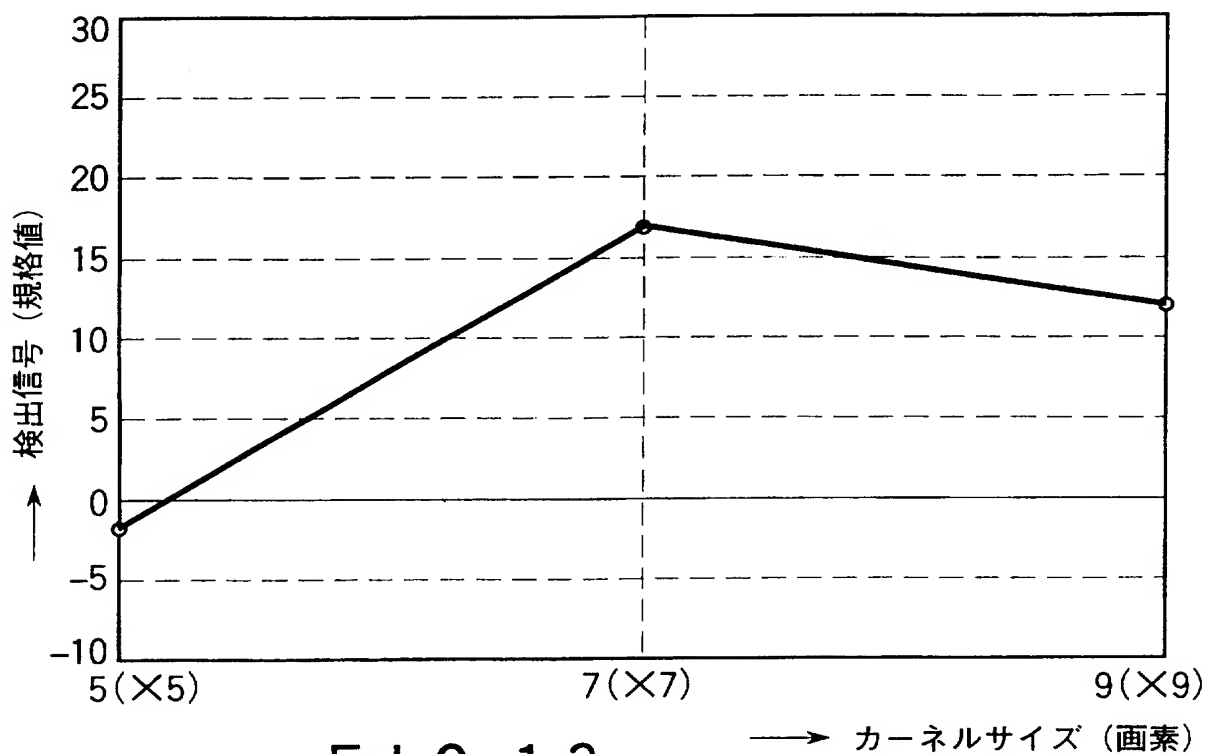


FIG. 13

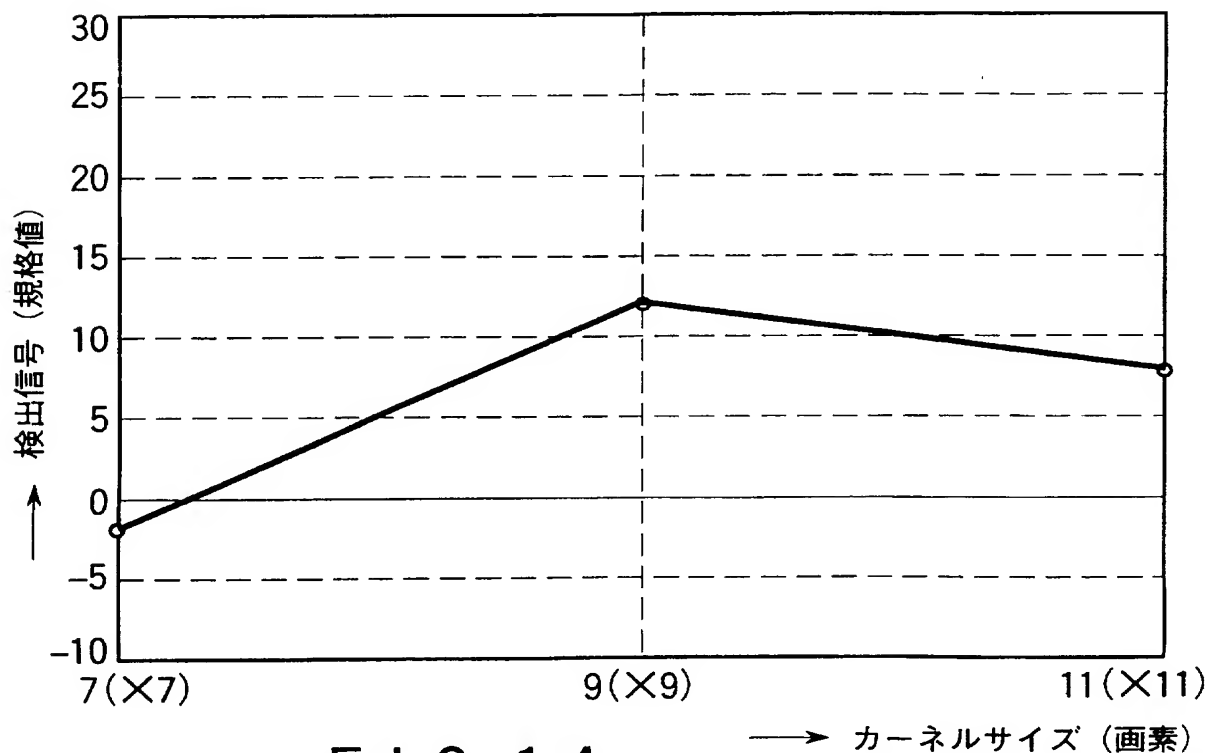


FIG. 14

11/18

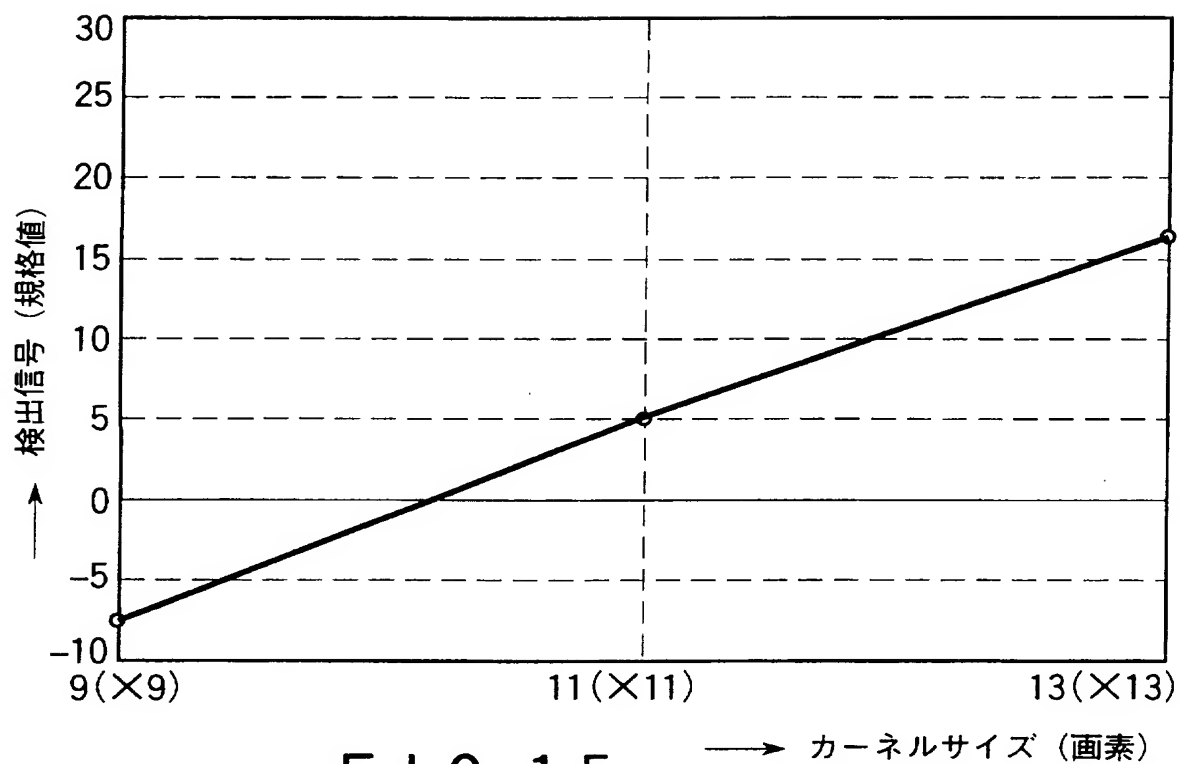


FIG. 15

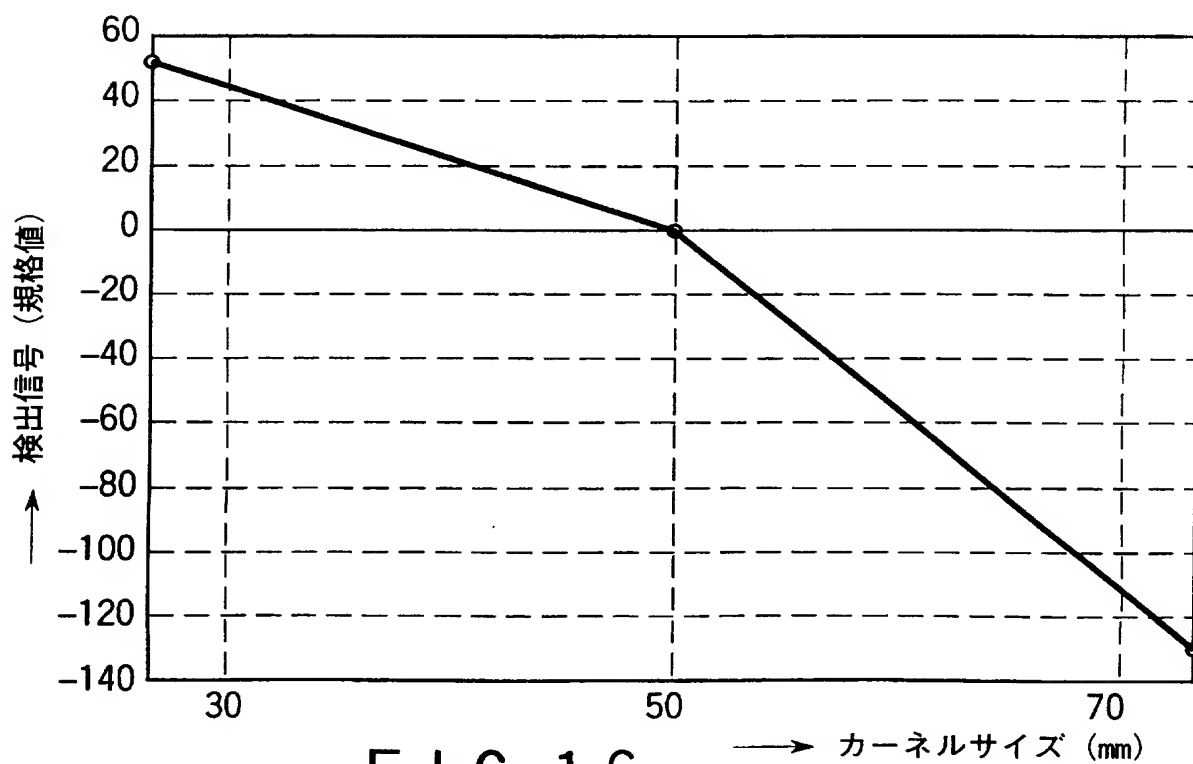


FIG. 16

12/18

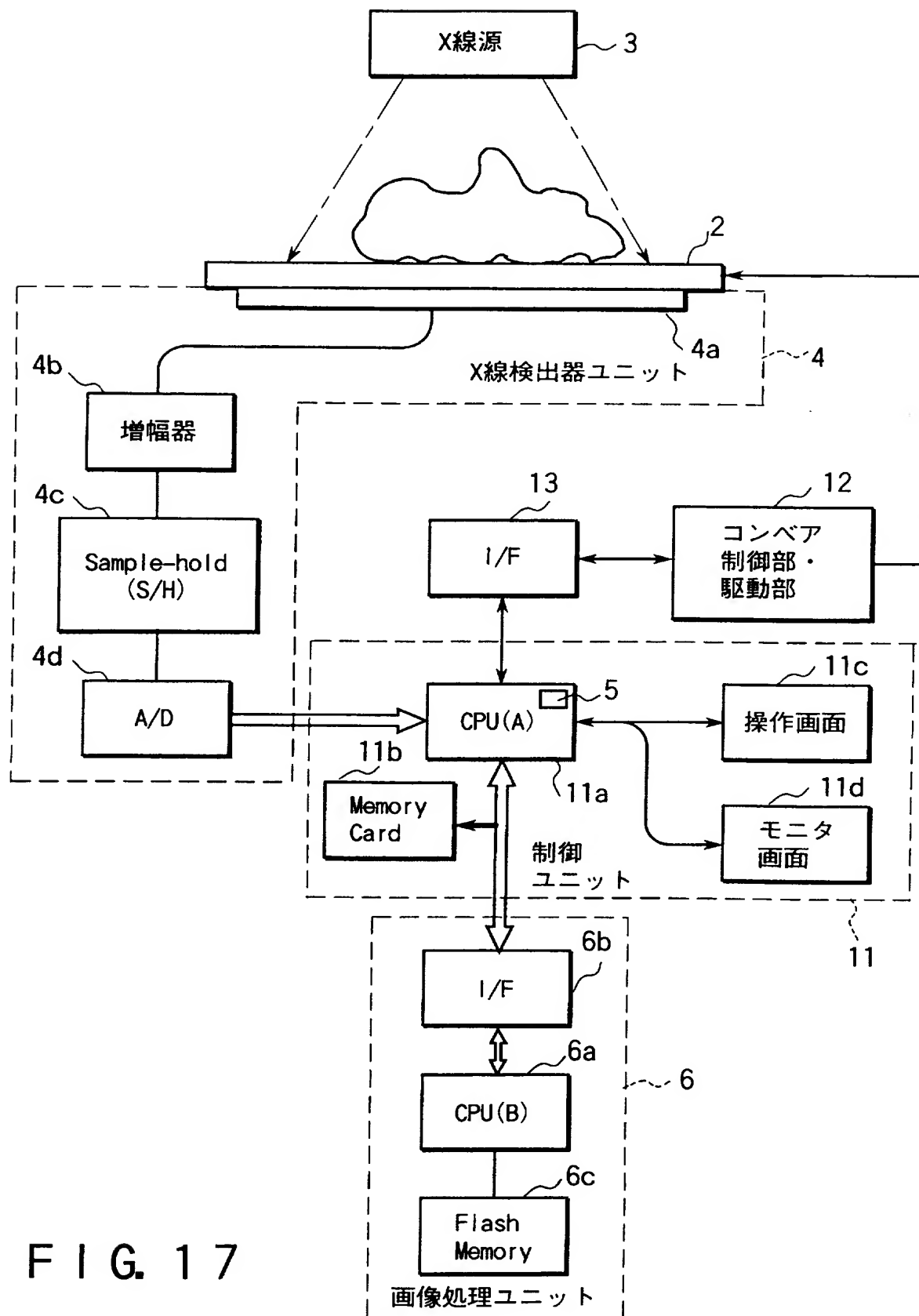


FIG. 17

13/18

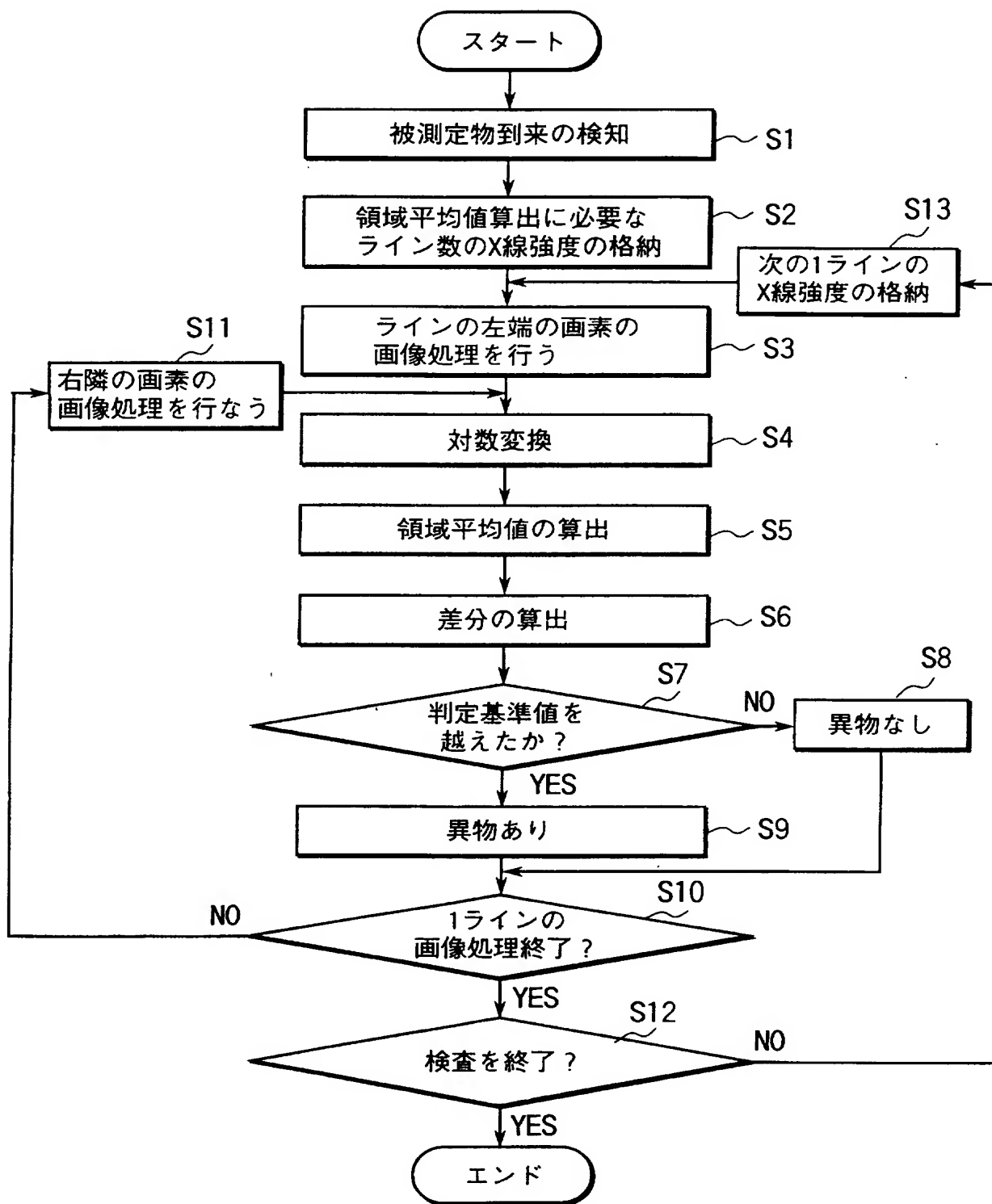


FIG. 18

14/18

FIG. 19

$$\begin{pmatrix}
 20 & 10 & 5 & 2 & 1 & 2 & 5 & 10 & 20 \\
 10 & 5 & 0 & -3 & -4 & -3 & 0 & 5 & 10 \\
 5 & 0 & -3 & -6 & -7 & -6 & -3 & 0 & 5 \\
 2 & -3 & -6 & -10 & -13 & -10 & -6 & -3 & 2 \\
 1 & -4 & -7 & -13 & 0 & -13 & -7 & -4 & 1 \\
 2 & -3 & -6 & -10 & -13 & -10 & -6 & -3 & 2 \\
 5 & 0 & -3 & -6 & -7 & -6 & -3 & 0 & 5 \\
 10 & 5 & 0 & -3 & -4 & -3 & 0 & 5 & 10 \\
 20 & 10 & 5 & 2 & 1 & 2 & 5 & 10 & 20
 \end{pmatrix} 9 \times 9$$

FIG. 20

$$\begin{pmatrix}
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1
 \end{pmatrix} 9 \times 9$$

FIG. 21

$$\begin{pmatrix}
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1
 \end{pmatrix} 9 \times 9$$

15/18

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad 9 \times 9$$

FIG. 22

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad 9 \times 9$$

FIG. 23

16/18

40	20	10	5	2	1	2	5	10	20	40
20	10	5	3	-3	-4	-3	3	5	10	20
10	5	3	0	-6	-8	-6	0	3	5	10
5	3	0	-6	-13	-15	-13	-6	0	3	5
2	-3	-6	-13	-26	-30	-26	-13	-6	-3	2
1	-4	-8	-15	-30	0	-30	-15	-8	-4	1
2	-3	-6	-13	-26	-30	-26	-13	-6	-3	2
5	3	0	-6	-13	-15	-13	-6	0	3	5
10	5	3	0	-6	-8	-6	0	3	5	10
20	10	5	3	-3	-4	-3	3	5	10	20
40	20	10	5	2	1	2	5	10	20	40

11×11

FIG. 24

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

11×11

FIG. 25

17/18

1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

11×11

FIG. 26

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

11×11

FIG. 27

18/18

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad 11 \times 11$$

F I G. 28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03778

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ G01V5/00, G01N23/04, G06T1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ G01V5/00, G01N23/04, G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997	1996 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 2-266248, A (Hitachi Plant Eng. & Construction Co., Ltd.), October 31, 1990 (31. 10. 90), Page 3, upper left column, line 15 to page 4, upper right column, line 8; page 4, lower right column, lines 6 to 10; Figs. 1, 4 (Family: none)	1-7, 11 8 - 10
A	JP, 63-236989, A (Toshiba Corp.), October 3, 1988 (03. 10. 88) (Family: none)	1 - 11
Y A	JP, 8-145904, A (Toshiba Eng. Co., Ltd.), June 7, 1996 (07. 06. 96), Column 2, line 47 to column 4, line 14; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-7, 11 8 - 10
Y A	JP, 3-291776, A (Fujitsu Ltd.), December 20, 1991 (20. 12. 91), Page 2, lower right column, line 11 to page 3, upper right column, line 8; Figs. 1, 3 (Family: none)	1-7, 11 8 - 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

April 1, 1997 (01. 04. 97)

Date of mailing of the international search report

April 8, 1997 (08. 04. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03778

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 7-85245, A (Mitsubishi Electric Corp.), March 31, 1995 (31. 03. 95), Column 3, lines 25 to 42; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-7, 11 8 - 10
Y	JP, 63-79042, A (Hitachi Medical Corp.), April 9, 1988 (09. 04. 88), Page 2, upper right column, line 12 to lower left column, line 3 (Family: none)	4-7, 11
A	JP, 5-223750, A (Fujikura Ltd., The Tokyo Electric Power Company, Inc.), August 31, 1993 (31. 08. 93) (Family: none)	11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G01V5/00, G01N23/04, G06T1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G01V5/00, G01N23/04, G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1997年

日本国登録実用新案公報 1994-1997年

日本国実用新案登録公報 1996-1997年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 2-266248, A (日立プラント建設株式会社) 31. 10月. 1990 (31. 10. 90) 第3頁, 左上欄, 第15行-第4頁, 右上欄, 第8行, 第4頁, 右下欄, 第6行-第10行, 第1図, 第4図 (ファミリーなし)	1-7, 11 8-10
A	J P, 63-236989, A (株式会社東芝) 3. 10月. 1988 (03. 10. 88), (ファミリーなし)	1-11
Y A	J P, 8-145904, A (東芝エンジニアリング株式会社) 7. 6月. 1996 (07. 06. 1996) 第2欄, 第47行-第4欄第14行, 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	1-7, 11 8-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 04. 97

国際調査報告の発送日

08. 04. 97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 敦司

印

2 G

9406

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 3-291776, A (富士通株式会社) 20. 12月. 1991 (20. 12. 91) 第2頁, 右下欄, 第11行-第3頁, 右上欄, 第8行, 第1図, 第3図 (ファミリーなし)	1-7, 11 8-10
Y A	J P, 7-85245, A (三菱電機株式会社) 31. 3月. 1995 (31. 03. 95) 第3欄, 第25行-第42行, 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	1-7, 11 8-10
Y	J P, 63-79042, A (株式会社日立メディコ) 9. 4月. 1988 (09. 04. 88) 第2頁, 右上欄, 第12行-左下欄, 第3行 (ファミリーなし)	4-7, 11
A	J P, 5-223750, A (株式会社フジクラ, 東京電力株式会社) 31. 8月. 1993 (31. 08. 93) (ファミリーなし)	11